



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

조경학석사 학위논문

범죄예방환경설계(CPTED) 시뮬레이션
활용을 위한 가상현실(VR)공간의
구축과 심리적 불안감 측정 연구

A Study on Construction of Virtual Reality Space
and the Measurement of Psychological Anxiety for
the Application of the Crime Prevention
Environment Design Simulation

2018년 8월

서울대학교 환경대학원

환경조경학과

노 승 민

범죄예방환경설계(CPTED) 시뮬레이션
활용을 위한 가상현실(VR)공간의
구축과 심리적 불안감 측정 연구

지도교수 이 유 미

이 논문을 조경학석사 학위논문으로 제출함
2018년 4월

서울대학교 환경대학원
환경조경학과
노 승 민

노승민의 석사 학위논문을 인준함
2018년 6월

위 원 장

조경진



부위원장

이주영



위 원

이유미



범죄예방환경설계(CPTED) 시뮬레이션 활용을 위한 가상현실(VR)공간의 구축과 심리적 불안감 측정 연구

서울대학교 환경대학원 환경조경학과
노 승 민

위 논문은 서울대학교 및 환경대학원 환경조경학과 학위논문
관련 규정에 의거하여 심사위원의 지도과정을 충실히
이수하였음을 확인합니다.

2018년 8월

위 원 장 조 경 권 (서울대학교 환경대학원 교수)

부위원장 孫 鎬 勳 (서울대학교 환경대학원 교수)

위 원 이유미 (서울대학교 환경대학원 교수)

국문초록

본 연구는 VR(Virtual Reality)기술이 조경분야에 어떻게 활용될 수 있을지에 대한 의문에서부터 시작되었다. VR기술은 현재 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 게임 및 영상 콘텐츠 외에 비용 및 위험부담으로 인해 실제체험이 어려운 시뮬레이션에 있어 그 활용성이 높다. 특히 조경 및 건축 등 공간설계분야에서 이러한 시뮬레이션 용도의 VR 기술 활용성은 매우 높다고 할 수 있다.

특히 공원 관련 범죄예방환경설계(CPTED)에 있어 주야간 등 환경조건에 대한 고려가 이루어지지 않고 있다는 점과 시공을 하지 않고서는 설계검토를 할 수 없다는 단점을 갖고 있다. 이에 본 연구에서는 도시공원을 대상으로 하는 CPTED 설계 검토를 위한 시뮬레이션 툴로서 VR기술을 활용하고자 한다. 이에 실제 도시공원을 토대로 가상공간을 제작하고, 이 공간에서도 피험자들이 실제 환경과 동일한 물리, 환경 요소에 따라 가상공간에서도 심리적 불안감을 느낄 수 있는지를 입증하고자 하였다.

VR 시뮬레이션의 환경 구축을 위해 다양한 소프트웨어들이 사용될 수 있다. 본 연구에서는 그 중에서도 기존의 조경설계에서 주로 사용되는 3D 모델링 소프트웨어와 빠르게 연동이 가능하고, 사용자 인터페이스가 직관적이며, 가장 현실적인 공간표사가 가능한 게임제작 소프트웨어인 Unreal Game Engine 4를 사용하여, 가상공간의 구축과 VR 시뮬레이션 제작이 이루어졌다. 마지막으로 이렇게 제작된 VR 시뮬레이션은 HMD기기인 VIVE를 통해 이용자 체험 및 평가가 이루어졌다. 평가는 설문조사 및 심층 인터뷰를 통해 진행되었다.

따라서 본 연구는 VR시뮬레이션 제작에 대한 종합적인 과정 및 방법을 제안하였으며, 모의 실험평가를 통해 VR환경에 대한 몰입 및 실제감과 가상공간에서의 불안요소에 따른 심리적 불안감이 어떻게 작용하는지에 대한 결과를 도출하였다.

이후 연구의 시사점으로 다양한 환경변화에 따른 시뮬레이션이 적용이 가능하다는 점과 1대1 스케일의 유사체험 및 입체적인 설계검토가 가능한 점을 들 수 있다.

한계점으로는 모의실험 평가에 대한 검증 및 분석이 부족하였고, 게임엔진을 통한 시뮬레이션 제작에 있어 라이팅 등의 전문적인 기술이 요구되는 부분은 제작에 미흡한 부분이 있었다. 그럼에도 불구하고, 게임엔진 소프트웨어를 활용하여 직접 VR 시뮬레이션을 제작하였다는 점과 몰입형 디바이스를 활용한 실험평가가 이루어졌다는 점에서 연구의 의의가 있다. 이후 VR기술의 활용성은 시뮬레이션 외에도 적극적인 설계 도구로서도 그 활용성이 매우 높으며, 보다 효율적인 활용을 위해, 컴퓨터 프로그래밍과 같은 타 분야와의 기술연계를 하는 것 또한 중요한 과제라고 판단된다.

■ 주요어 : 가상현실, VR, 가상공간, 시뮬레이션, 범죄예방환경설계, CPTED

■ 학 번 : 2016 - 27752

목 차

제1장: 서론

1절: 연구의 배경 및 목적	01
1. VR연구의 배경 및 필요성	01
2. CPTED 시뮬레이션 연구의 배경 및 목적	02
2절: 연구의 범위 및 방법	03
1. 연구의 범위	03
2. 연구의 방법	03
3절: 연구진행절차	05

제2장 이론적 고찰

1절: VR관련 용어정리 및 개념고찰	06
1. 가상현실(Virtual Reality)의 개념	06
2. 가상현실의 분류	08
3. 가상현실의 지각적 특성	13
4. 가상현실 헤드셋(Head Mounted Display)	14
2절: 범죄예방환경설계 (CPTED)	17
1. 범죄예방 환경설계(CPTED)의 정의와 일반적 고찰	17
2. 우리나라의 공원범죄현황	18
3절 선행연구 분석	21
1. 공원과관련 CPTED 연구	21
2. 공원 CPTED 평가지표(체크리스트) 관련 연구	22
3. 3D 시뮬레이션 평가방법에 관한 연구	23
4. 가상현실을 활용한 공간 디자인 분야 적용에 관한 연구	28

제3장 몰입형 VR 시뮬레이션 제작

1절: 연구 대상지 선정	29
1. 대상지 선정기준	29
2. 대상지 현황 및 개요	31
3. 대상지 현장조사	32
4. 대상지 인터뷰조사	33
2절: 이미지 기반 VR시뮬레이션 제작	37
3절: 모델링 기반 VR시뮬레이션 제작	44
1. 3D 모델링 범위	44
2. 소프트웨어별 VR공간 제작 과정	45
3. 수목, 사물, 사람 등 오브젝트의 제작	49
4. 라이트 및 사운드 제작	51
5. 게임엔진을 활용한 VR 시뮬레이션 출력	53

제4장 모의실험 및 실험결과

1절: 모의 실험평가 및 설문조사	55
1. 실험평가 방법	55
2. 실험평가 설문항목 설정	56
3. VR 시뮬레이션 공간 시나리오 설정	58
2절: 시나리오 공간별 심리적 불안감 분석 결과	65
3절: 실재감 및 몰입도 설문조사 결과	78

제5장 결론

1절: 활용가능성 및 한계점	84
[참고문헌]	86
[Abstract]	90

표 차례

[표1] 연구진행절차	05
[표2] 가상현실 시스템 환경에 따른 분류	11
[표3] 가상현실을 활용한 공간 디자인 분야 적용 선행연구	28
[표4] 대상지 조건에 따른 선정 결과 표	30
[표5] 공원 이용객 인터뷰 정리	33
[표6] 경찰관 인터뷰 정리	34
[표7] 공원 이용객 인터뷰 인원 표	34
[표8] 공원 내 기피구역 정리 표	35
[표9] 촬영구간설정	38
[표10] 구간A 인터뷰 결과표 1	66
[표11] 구간A 인터뷰 결과표 2	66
[표12] 구간B 인터뷰 결과표 1	68
[표13] 구간B 인터뷰 결과표 2	69
[표14] 구간C 인터뷰 결과표 1	71
[표15] 구간C 인터뷰 결과표 2	72
[표16] 구간D 인터뷰 결과표 1	74
[표17] 구간D 인터뷰 결과표 2	75

그림 차례

[그림 1] Stingray게임엔진으로 제작된 모델링 기반 가상현실	09
[그림 2] 파노라마 촬영의 이미지 기반 가상현실	10
[그림 3] 시스템 환경에 따른 가상현실 종류	12
[그림 4] 보정을 위한 가상 HMD의 다이어그램	14
[그림 5] HTC 바이브 VR	16
[그림 6] 전국 공원의 연도별 범죄발생 빈도 그래프	18
[그림 7] 전국 위험등급 공원 내 5대 범죄 발생 그래프	20
[그림 8] Secured by Design Interactive Guide	26
[그림 9] Secured by Design Interactive Guide 중 열악한 디자인 적용 공간	27
[그림 10] Secured by Design Interactive Guide 중 SDB 디자인 적용 공간	27
[그림 11] 영등포구 N 공원 위성사진	31
[그림 12] 영등포구 N 공원 공간계획 및 시설 다이어그램	31
[그림 13] 대상지 주간이용 현황 다이어그램	32
[그림 14] 대상지 야간이용 현황 다이어그램	33
[그림 15] 공원 내 기피지역 및 우범지역	35
[그림 16] 360 파노라마 영상 촬영지점	37
[그림 17] 구간 A 주간촬영영상	38
[그림 18] 구간 A 야간촬영영상	38
[그림 19] 구간 B 주간촬영영상	39
[그림 20] 구간 B 야간촬영영상	39
[그림 21] 구간 C 주간촬영영상	39
[그림 22] 구간 C 야간촬영영상	40
[그림 23] 구간 D 주간촬영영상	40
[그림 24] 구간 D 야간촬영영상	40
[그림 25] 구간 E 주간촬영영상	41
[그림 26] 구간 E 야간촬영영상	41
[그림 27] 구간 F 주간촬영영상	41
[그림 28] 구간 F 야간촬영영상	42
[그림 29] 구간 G 주간촬영영상	42
[그림 30] 구간 G 야간촬영영상	42

[그림 31] 구간 H 주간촬영영상	43
[그림 32] 구간 H 야간촬영영상	43
[그림 33] 모델링 세부묘사 범위 선정	44
[그림 34] 모델링 단계별 범위 설정 (좌측이미지부터 1단계, 2단계, 3단계)	44
[그림 35] Rhino 3D를 활용한 기본 3D 모델링 제작 단계	46
[그림 36] 3DS MAX 소프트웨어를 활용한 UV매핑 과정	47
[그림 37] 1대1 이미지 텍스처 매핑 방식의 3D 모델링 구현	48
[그림 38] Speedtree 소프트웨어를 활용한 수목 제작과정	49
[그림 39] 3D MAX에서의 사람 모델링 확인 작업	50
[그림 40] 3D 사람 모델링 애니메이션 제작 www.mixamo.com	50
[그림 41] Unreal Engine4 라이트 작업 과정	51
[그림 42] 거리에 따른 데시벨 음량의 청각 범위	52
[그림 43] Unreal Engine 4 Main UI 제작과정	53
[그림 44] Unreal Engine 4 Main UI 내 블루프린트 작업	53
[그림 45] Unreal Engine 4 소프트웨어에서의 VR 시뮬레이션 배치과정 (주간)	54
[그림 46] Unreal Engine 4 소프트웨어에서의 VR 시뮬레이션 배치과정 (야간)	54
[그림 47] 실험참여 과정	55
[그림 48] VR시뮬레이션 구간	58
[그림 49] 구간 A 시뮬레이션 구간	58
[그림 50] 구간 A 시뮬레이션 VR화면 (주간)	59
[그림 51] 구간 A 시뮬레이션 VR화면 (야간)	59
[그림 52] 구간 B 시뮬레이션	60
[그림 53] 구간 B 시뮬레이션 VR화면 (주간)	60
[그림 54] 구간 B 시뮬레이션 VR화면 (야간)	61
[그림 55] 구간 C 시뮬레이션	61
[그림 56] 구간 C 시뮬레이션 VR화면 (주간)	62
[그림 57] 구간 C 시뮬레이션 VR화면 (야간)	62
[그림 58] 구간 D 시뮬레이션	63
[그림 59] 구간 D 시뮬레이션 VR화면 (주간)	63
[그림 60] 구간 D 시뮬레이션 VR화면 (야간)	64
[그림 61] 구간 A 불안 공간	65
[그림 62] 구간 A VR화면 (공원 인접 복측 가로 및 어린이집 인근 조합놀이	

대)	65
[그림 63] 구간 A-1 인터뷰 결과 그래프	66
[그림 64] 구간 A VR화면 (공원 인접 남측 가로)	66
[그림 65] 구간 A-2 인터뷰 결과 그래프	67
[그림 66] 구간 A 공간 불안정도 그래프	67
[그림 67] 구간 B 불안 공간	68
[그림 68] 구간 B VR화면 (중앙광장 수목 원형 벤치 인근)	68
[그림 69] 구간 B-1 인터뷰 결과 그래프	69
[그림 70] 구간 B VR화면 (어린이집 방향 동쪽 출입구)	69
[그림 71] 구간 B-2 인터뷰 결과 그래프	69
[그림 72] 구간 B 공간 불안정도 그래프	70
[그림 73] 구간 B 추가설문 응답 그래프	70
[그림 74] 구간 C 불안 공간	71
[그림 75] 구간 C VR화면 (건물 위요공간)	71
[그림 76] 구간 C-1 인터뷰 결과 그래프	72
[그림 77] 구간 C VR화면 (중앙광장 방향)	72
[그림 78] 구간 C-2 인터뷰 결과 그래프	72
[그림 79] 구간 C 공간 불안정도 그래프	73
[그림 80] 구간 C 추가설문 응답 그래프	73
[그림 81] 구간 D 불안 공간	74
[그림 82] 구간 D VR화면 (공원 인접 남측 가로 및 어린이집)	74
[그림 83] 구간 D-1 인터뷰 결과 그래프	75
[그림 84] 구간 D VR화면 (중앙광장 방향)	75
[그림 85] 구간 D-2 인터뷰 결과 그래프	75
[그림 86] 구간 D 공간 불안정도 그래프	76
[그림 87] 구간 D 추가설문 응답 그래프	76
[그림 88] 실공간과 가상공간 불안구간 비교	77
[그림 89] 실물감 항목 설문조사 결과 그래프	78
[그림 90] 실제 환경 묘사정도 항목 설문조사 결과 그래프	79
[그림 91] 몰입 실재감 항목 설문조사 결과 그래프	80
[그림 92] 부자연스러움 설문조사 결과 그래프	80
[그림 93] 화질선명도 설문조사 결과 그래프	81
[그림 94] 피로도 설문조사 결과 그래프	82

제1장: 서론

1절: 연구의 배경 및 목적

1. VR연구의 배경 및 필요성

컴퓨터 하드웨어의 발전에 따라 가상현실(VR, Virtual Reality)기술의 활용성이 높아지고 있으며, 이에 따라 다양한 분야에서도 VR기술의 활용도 또한 높아지고 있다. 특히 인체공학을 근거로 시뮬레이션이 필요한 분야들에서 VR기술이용 및 적용 가능성 또한 큰 이슈가 되고 있다.

컴퓨터관련 시각적 표현기술 중 VR기술은 추상적인 가상의 환경을 실재화(實在化) 할 수 있는 수단으로 체험적 프로세스를 가능케 하고, 건축물의 시뮬레이션을 통한 시각적 사전검토, 현재 기술로는 실세계에 구축이 불가능한 사이버 작품 및 문화재의 가상복원 등 건축설계분야에 있어서도 많은 가능성을 가지고 연구되고 있다.(박종진, 2006) 또한 공간을 직접 체험시, 인간의 눈을 통해 거리와 깊이로 입체를 지각하는 인간공학적 방법에 근거하여 공간디자인 분야에서도 3차원의 공간에서 실재의 공간에 있는 것과 같은 가상현실(Virtual Reality)의 구현에 대한 연구들이 진행되어왔다(문준식, 2014). 이렇듯 건축분야에서는 VR기술을 건축 시뮬레이션 도구 등으로 활용하는 등의 적극적인 연구가 시도되고 있다. 하지만 아직까지 국내 조경분야에서 VR과 관련한 기술도입이 미비할 뿐만 아니라 관련연구가 거의 없다시피 한 상황이다. 특히 VR기술을 활용한 몰입형 시뮬레이션은 기존 3D 시뮬레이션과는 다르게 실제 공간을 체험하는 것 같은 유사 경험이 가능하다.

이는 VR 기술을 활용하면 물리적 환경뿐만 아니라 일반 3D 모델에서 경험하기 어려운 공포감이나 불안감 등 공간 환경에 따른 심리적 요소에 대한 시뮬레이션도 가능하기 때문에 공간디자인 도구로써 활용가치가 있다.

2. CPTED 시뮬레이션 연구의 배경 및 목적

우리나라는 공동주택의 거주 비중이 높고, 주거지 인근에 근린공원을 이 위치하고 있기에 도시근린공원은 도시민들의 휴게 및 여가체육공간으로서의 역할을 수행하고 있다. 최근 급격한 도시화로 도시 내의 범죄발생 수가 증가하고 있는 추세에 공원이 방치된다면 오히려 우범지대로 변할 위험이 있다(박상현, 2013). 또한 최근 도시공원은 주간뿐만 아니라 야간에도 공원을 이용하는 비율이 높아지고 있다. 그러나 일반적인 도시 근린공원은 주로 주간이용에 대해 초점이 맞춰져 있어, 설계과정에서도 야간 이용 시에 대한 합리적인 설계가 고려되고 있지 못하고 있다. 또한 공원의 특성상 불특정 인원의 유입이 가능하기 때문에 야간의 공원은 상대적으로 주간에 비해 다양한 유형의 범죄 발생의 장소로 이용될 우려가 크다. 이러한 이유들로 인해 공원의 범죄안전율을 높이기 위해 범죄예방 환경설계(CPTED: Crime Prevention Through Environmental Design, 이하 CPTED)를 도입하여 설계에 적용시키려는 노력을 하고 있다.

그러나 현재까지 국내에서는 주거단지 내 CPTED 관련 연구가 가장 많이 이루어지고 있고, 학교나 대학캠퍼스, 공원과 같은 공공시설에의 CPTED 관련 연구는 상대적으로 부족하다(손지현, 2015). 또한 설계단계에서 공원의 구체적인 주야간 이용에 대한 고려가 부족할뿐더러, 시뮬레이션을 통한 실효성 검증이 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이처럼 기존의 CPTED 설계에 있어, 마땅한 설계검증방법이 없을뿐더러 설계기법은 실제 공간에 직접적인 적용 이후에 평가가 가능하다.

연구자는 CPTED 설계 검증을 위한 시뮬레이션 도구로 VR기술을 활용하여 가상공간 내에서 설계안을 적용시켜보고, 시공 전 설계의 평가 및 검증을 할 수 있다고 생각한다. 하지만 VR 시뮬레이션 개발에 앞서 가상공간 내에서도 물리적, 환경적 요소에 따른 인간의 심리적 불안감 및 위협을 감지할 수 있다는 검증이 선행되어야 한다.

따라서 본 연구는 조경 및 공간설계에서의 VR 시뮬레이션의 적용 가능성을 평가해보기 위해 도시 근린공원을 대상으로 VR공간을 실공간과 동일하게 제작하여 각각 공간의 물리적, 환경적 요소에 따라 VR공간에서도 심리적 영향을 받을 수 있는지를 알아보려고 하는 것이 목적이다.

세부적인 목적으로 첫째, 사람의 시점(Eye level)에서 평가가 가능한 몰입형 CPTED 시뮬레이션의 제작이다. 둘째, VR공간에서 실재감 및 심리적 불안감을 피험자가 느낄 수 있는지 확인한다. 이후 분석결과를 바탕으로 도시 근린공원의 범죄예방을 위한 CPTED 시뮬레이션 방법의 활용 가능성에 대한 시사점과 한계점을 제시하고자 한다.

2절 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

공간적 범위는 2016년 서울시 위험등급 공원 중 소규모 근린공원을 대상으로 설정하며, 공원의 내부뿐만 아니라 공원을 둘러싸고 있는 주위환경을 포괄하여 시뮬레이션 모델을 제작한다. 본 연구는 실제 범죄발생공원을 연구대상지로 선정함으로써 실제 환경과 가상 환경의 비교분석을 통해 가상환경의 제작이 이루어진다.

2. 연구의 방법

첫째, 이론적 고찰로 근린공원 CPTED 평가 지표 및 체크리스트와 관련된 선행연구 조사를 통해 어떤 사항들이 CPTED 검증 평가항목으로 사용되는지 확인한다. 이후 가상현실 및 3D시뮬레이션 관련 선행연구를 분석하여, VR에서 시뮬레이션 실험을 위한 설문항목 및 인터뷰 질문을 도출한다.

둘째, 대상지를 선정한 후, 파노라마 VR영상 촬영과 3D모델링을 기반의 물

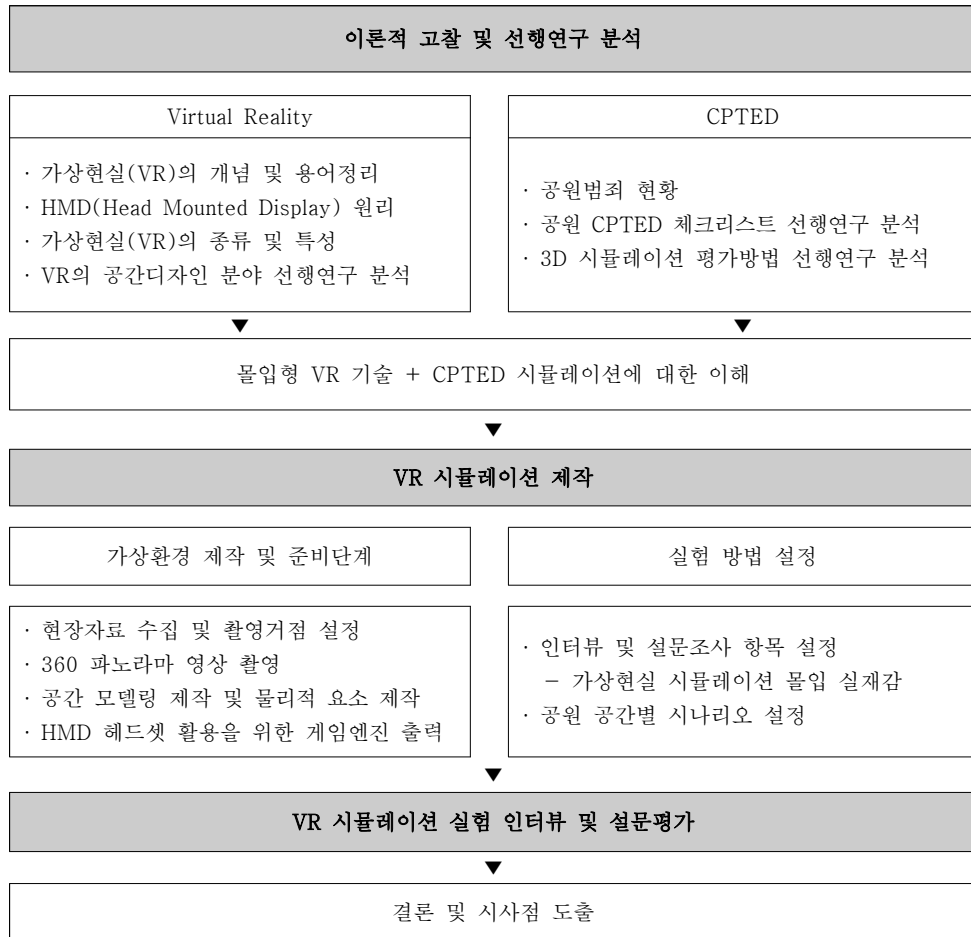
입형 VR 시뮬레이션의 제작이다. 대상지 현장조사와 인터뷰를 통해 공원의 우범지역 및 기피지역을 확인하고, 구역별 촬영 및 VR시뮬레이션을 실행할 거점을 설정한다. 이후 360도 카메라를 이용하여 대상지 거점을 촬영한다. 이 촬영 영상은 이미지 기반의 가상현실(Photographic VR)로서 시뮬레이션 실험에 있어 모델링 기반(CG VR) 가상현실과 실공간과의 동일공간묘사 비교설문을 위해 활용된다.

모델링 기반의 가상현실 속 가상공간의 제작은 세 가지 단계로 진행된다. 첫 번째 단계는 3D 모델링 제작단계로, 대상지 촬영 이미지 및 도면을 통해 대상지와 동일한 가상공간을 만드는 과정이다. 소프트웨어는 Rhino 3D, 3D MAX를 활용하여 3D 환경을 구축하였다. 두 번째 단계는 3D 모델링에 적용할 매핑 이미지(Mapping Image)를 촬영 및 제작한다. 대상지 건축물과 주변 환경을 사진촬영하고, Photoshop CC를 이용하여 사진보정 작업을 한다. 그리고 작업한 이미지 소스를 3D 모델링에 텍스처 매핑(Mapping)을 하는 작업이 수행된다. 세 번째 단계는 VR 시뮬레이션 제작단계로, 본 연구에서는 게임제작 소프트웨어인 언리얼 엔진4(Unreal Engine 4)를 사용하여 가상공간 속 사물, 수목 및 사람 등의 3D오브젝트, 사운드 및 이펙트 효과가 배치된다.

실험은 피시험자가 HMD(Head Mounted Display)기기를 착용하여 VR공간을 체험을 해야하기 때문에 HMD기기 연동과 VR시뮬레이션이 실행을 위한 프로그래밍 작업이 이 언리얼 엔진 환경에서 이루어진다. 또한 가상공간에서의 실공간과의 괴리감을 줄여주는 것은 가상현실 시뮬레이션 제작에 있어 가장 중요한 요소 중 하나이다. 즉, 가상현실에서도 현실감을 느낄 수 있어야 하며, 이 현실감은 곧 모델링 품질과 연관된다고 할 수 있다. 또한 가상현실 시뮬레이션은 실시간 렌더링 기능과 모델링 오브젝트와 사용자간의 상호작용이 가능해야한다. 따라서 현재 가장 높은 품질의 실시간 모델링 렌더링과 상호작용이 가능한 게임엔진을 활용하는 것으로 훨씬 효율적이며 높은 수준의 가상현실 시뮬레이션을 제작할 수 있다. 마지막으로 VR시뮬레이션의 실험과 평가 설문조사 및 인터뷰를 전문가 집단을 대상으로 실시한다.

3절 연구의 진행절차

[표1] 연구진행절차



제2장: 이론적 고찰

1절: VR관련 용어정리 및 개념고찰

1. 가상현실(Virtual Reality)의 개념

백과사전에서 정의하는 가상현실의 개념은 어떤 특정한 환경이나 상황을 컴퓨터로 만들어서, 그것을 사용하는 사람이 마치 실제 주변 상황 및 환경과 상호작용을 하고 있는 것처럼 만들어 주는 인간-컴퓨터 사이의 인터페이스를 말한다. 또한 인공현실(artificial reality), 사이버 공간(cyberspace), 가상세계(virtual worlds), 가상환경(virtual environment), 합성환경(synthetic environment), 인공환경(artificial environment)등으로도 사용된다.

신기요시의 ‘VR 비즈니스’에서 살펴보면 Virtual Reality 라는 단어는 일본에서 ‘가상현실’이라는 번역으로 우리나라에 정착되어 지금까지 사용되어지고 왔다. 하지만 ‘가상’이라는 단어를 사전에서 확인해보면 ‘사실이 아니거나 사실 여부가 분명하지 않은 것을 사실이라고 가정하여 생각함’이라고 말하고 있다. 그러나 원래의 ‘Virtual’이라는 단어의 뜻은 이와 다르다. 온라인판 롱맨 현대 영영사전(Longman Dictionary of Contemporary English)에는 다음과 같이 나와 있다.

1. 대부분 실질적인 것 (very nearly a particular thing)
2. 현실 세계라기보다 오히려 인터넷이나 컴퓨터에 의해 만들어지고, 행해지고, 보이는 (made, done, seen etc on the Internet or on a computer, rather than in the real world)

따라서 최근에는 ‘가상현실’이라는 말을 사용하지 않고 그대로 ‘버추얼 리얼리티’ 또는 ‘인공현실감’이라고 의역하기도 한다.

■ : 가상공간

가상공간이라 함은, 영문으로 사이버스페이스(Cyber Space)와 동일한 맥락에서 이해가 가능하며, 해당 단어는 William Gibson의 소설, 뉴로맨서(Neuromancer)에서 처음으로 등장하였다. 그는 소설에서 사이버스페이스를 전뇌와 컴퓨터 등이 융합하여 구축되는 非물리적 영역을 뜻하는 용어로 사용하였다. 이는 가상공간이 일반적으로 인식하는 3차원의 축을 가지고 있는 공간을 뜻하는 것이 아님을 의미하며, 그보다는 컴퓨터의 데이터와 인터넷으로 구축된 영역 그 자체를 의미한다. 해당 용어에 대하여 Michael Benedict¹⁾는, 컴퓨터로 생성되어 다차원적이며, 네트워크를 기반으로 구축되고 유지되고 접근되는, 인공적이며 동시에 가상적인 현실이라고 말하고 있다. 즉, 이는 가상공간이 인터넷과 컴퓨터로 구현되는 영역을 통칭하는 용어임을 알 수 있다.

■ : 가상현실

가상현실은 Virtual Reality, 즉 VR로 통용되고 있는 개념이다. 해당 공간은 앞서 언급된 가상공간의 하위 개념으로써, 영역 그 자체를 뜻하는 가상공간에 비하여 실제로 사용자가 공간적인 인지가 가능하게끔 전자적으로 구현된 환경을 의미한다. 정리하자면 오감 중 특정 감각에 대한 통제를 전자적으로 진행하여 사용자로 하여금 해당 공간에 위치하고 있다는 상호작용을 제공하는 공간을 말한다.

건축 및 공간 설계분야에서는 ‘가상현실’을 컴퓨터로 구현한 환경, 상황을 모의실험(simulate)하는 것 이외에 실질적으로 구축될 공간의 사용자가 가상으로 구현된 공간에서 마치 실제 상황이나, 환경에서 경험하는 것과 같은 느낌을 가지게 하는 것으로 정의될 수 있다(신유진, 2005)고 말하고 있다. 따라서 가상현실 속 공간은 정지해 있는 환경이 아닌 서로 상호작용이 가능하며, 체험자의 행위에 의해 영향을 받는다.

1) Cyberspace: First Steps edited by Michael Benedikt, (MIT press, Cambridge, Mass., 1991)

■ : 가상세계, 가상환경

사용자가 자신이 실제로 존재하는 환경이 아닌 다른 환경에 존재한다는 느낌을 갖도록 하거나 그 환경과 상호 작용할 수 있는 컴퓨터 기반의 디스플레이(Schroeder, R. 1996)로 정의하고 있으며, 환경 또는 시스템에서 사용자가 다른 사용자들을 동일한 환경에 두고 상호 작용하거나 함께 있는 것으로 경험하는 시스템(Schroeder, 2006)을 가상환경이라고 일컫는다.

그러나 이러한 가상현실과 가상 환경의 차이점은 후자의 용어가 지속적인 온라인 공간에 적용된다는 점이다. 즉, 사람들이 시간이 지남에 따라 진행되는 것으로 경험하고, 사회적 상호 작용을 위한 세계로서 다른 사람들과 함께 경험하는 커다란 인구를 가진 가상 환경이라고 한다.

2. 가상현실의 분류

가상현실은 크게 제시방식과 시스템 환경에 따른 분류 두 가지로 나누어질 수 있다.(문준식, 2014)

■ : 제시방식

제시방식에는 두 가지 종류가 있다. 첫 번째는 컴퓨터를 이용해 만들어 낸 가상의 공간을 사용자에게 제시하는 형태이며, 본 연구에서는 ‘모델링 기반 가상현실’이라고 칭하겠다. 이 모델링 기반 가상현실은 3D로 제작된 모델링, 환경 효과를 적용한 가상공간에 사용자가 그 안에서 상호작용을 하는 형태이다. 이 가상공간은 실제 존재하는 공간을 3D 모델로 구현, 이미지 매핑을 통해 현실 속 공간의 시뮬레이션을 위한 가상현실이 될 수 도 있으며, 현실에는 존재하지 않는 공간을 제작한, 3D 비디오 게임 등을 예를 들어 설명할 수 있다.

하지만 이 모델링 기반의 가상현실은 구축하는데 시간소요가 크고, 제작이 까다롭다. 반면에 가상현실 속에서 자유로운 이동이 가능하고, 물체와의 상호 작용이 가능하기 때문에 공간속 몰입감이 높다.



[그림 1] Stingray게임엔진으로 제작된 모델링 기반 가상현실

출처: <https://autodesk.majentasolutions.com/autodesk/products/stingray/>

두 번째는 ‘이미지 기반 가상현실’로 실공간의 모습을 촬영한 영상 및 사진이 가상현실 기기를 통해 사용자에게 전달되는 경우를 말한다. 이 이미지 기반의 가상현실은 사진기를 이용하여 물체나 제품 등을 VR로 구현하기 위해서 어느 한 오브젝트 주변에서 360도 회전하면서 연속적으로 촬영하여 만든 사물의 가상현실을 구현하기 위한 오브젝트 가상현실과, 공간이나 풍경 등을 VR로 구현하기 위하여 어느 공간의 한 위치에서 주변 환경을 360도 회전하면서 연속적으로 촬영하여 공간상의 가상현실을 구현하기 위한 파노라마 가상현실 등으로 나눌 수 있다.(김태현, 2003)



[그림 2] 파노라마 촬영의 이미지 기반 가상현실

출처: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ground-Zero-Memorial-Photo-Sphere.jpg>

이러한 이미지 기반의 가상현실은 주로 360도 카메라를 통하여 촬영된 파노라마 이미지 또는 영상을 통해 가상현실을 구현하는 것이라 할 수 있다. 영상을 구축하는 시간이 짧고 제작이 쉽다는 장점이 있으나, 촬영된 영상에 따라 시선이동만 가능하기 때문에 자유로운 이동(Navigate)이 어려운 단점이 있다.

본 연구에서는 언급되는 가상현실기술, 두 가지 방법을 모두 사용하여 활용할 예정이다.

■ : 시스템 환경에 따른 분류²⁾

가상현실 기기라고 했을 때, 주로 머리에 착용하는 HMD(Head Mounted Display)를 써야만 가상현실이라고 생각할 수 있으나, HMD는 그 중 시각에 대한 몰입도를 높이는 하나의 방법이다. 일반적인 평면 모니터에서 체험하는 VR도 있으며, 시각이 제외된 청각만으로 구현이 되는 VR, 그리고 인터랙티브 장갑(Interactive glove)과 같은 기술을 활용한 촉각을 이용한 VR도 존재한다. 사용자가 VR에서 얼마나 다양한 감각을 활용하여 상호교환적인 행위를 진행할 수 있는냐에 따라 다시 아래 [표 1]과 같이 세밀한 분류가 진행된다.

2) 출처: Wikipedia 자료 및 (신유진, 1999)를 재구성하여 작성

이 가상현실 시스템은 3차원 시뮬레이션을 통해 실제 같은 효과를 부여하는 시스템으로서 시스템이 사용되는 환경에 따라 몰입형 가상현실(immersive VR),원거리 로보틱스(tele-robotics), 데스크톱 가상현실(desktop VR), 삼인칭 가상현실(third person VR)로 나뉜다.

[표2] 가상현실 시스템 환경에 따른 분류

종류	설명
몰입형 가상현실 (Immersive VR)	HMD(Head Mounted Display), 데이터 장갑(Data glove), 공간추적장치, 3D Audio, 데이터 옷(data suit) 등의 특수 장비를 통해 가상현실 속 체험자가 감각을 느낄 수 있는 상호작용을 통해 가상현실에 효과적으로 몰입할 수 있도록 하는 시스템
원거리 로보틱스 (Telerobotics)	몰입시스템+로봇의 형태이며, 로봇을 이용하여 먼 거리에 있는 공간에 사용자가 현전하는 효과를 주는 시스템
데스크톱 가상현실 (Desktop VR)	컴퓨터 모니터 화면에 출력되는 영상을 통해 사용자가 이용하는 방식이며, 몰입형 보다는 현실감이 떨어지지만 가장 쉽고 일반적으로 사용 가능한 시스템
삼인칭 가상현실 (Third person VR)	비디오카메라로 촬영된 자신의 모습을 컴퓨터가 만들어내는 가상공간에 나타나게 하여 자신이 가상공간에 직접 존재하는 것처럼 느끼게 하는 시스템. 주로 오락용으로 많이 쓰이며 대표적인 예로 Xbox 키넥트(KINECT)가 있다.

본 연구에서 사용할 가상현실기술은 시스템 환경에 따른 분류에서 HMD를 이용한 몰입형 가상현실을 활용한다.



몰입형 가상현실 중 헤드마운트 디스플레이



원거리 로보틱스



데스크탑 가상현실



삼인칭 가상현실

[그림 3] 시스템 환경에 따른 가상현실 종류

출처: <https://vrsource.com/htc-vive-vs-oculus-rift-vs-playstation-vr-148/>

<https://robotik.dfki-bremen.de/en/research/robot-systems/exoskelett-passiv-c.html>

<http://www.startlr.com/msi-infinite-and-infinite-a-vr-ready-gaming-desktop-pcs>

<https://blogs.microsoft.com/blog/2011/11/29/xbox-360-sells-nearly-1m-consoles-in-biggest-week-in-xbox-history/>

3. 가상현실의 지각적 특성

■ 실재감(Presence)

실재감이란 가상환경 속에서 가상임을 인식하지 않고, 사용자가 실제로 실공간에 존재하고 있다고 느끼는 상태를 표현하는 것을 지칭하며, 공간적인 실재감과 사회적 실재감, 그리고 사실감으로 분류할 수 있다. (M. Slater and M. Usoh, 1993) 공간적 실재감은 실제 존재하는 물리적 공간에서 매개된 미디어를 인식하지 못하고, 마치 물리적 공간이 아닌 곳을 실제의 공간처럼 지각하는 것을 의미한다. 사회적 실재감은 가상공간 속에 다른 존재가 있다는 것을 감각적으로 지각하고 그 존재와 상호작용한다는 사실을 인식하는 것을 뜻한다.(김시성 외, 2015) 사실감은 가상공간에서 존재하는 물체, 행위 등을 얼마나 현실과 동일하게 묘사할 수 있는지를 의미한다.

본 연구에서는 실재감이 의미하는 다양한 개념 중에서 공간적 실재감과 사실감에 초점을 맞추어 실험평가를 진행하고자 한다. 특히 공간의 실재감의 경우 가상환경에서의 실재감을 설명하기 위한 요인으로 많이 이용하고 있다(김시성 외, 2015). 이를 통해 가상현실, 즉 VR공간에서 참여자가 얼마만큼 가상공간에서 현실에 있는 것과 같은 실재감을 느낄 수 있는지 공간에 있는 물리적, 환경적 요소들을 통해 비교분석을 진행하였다.

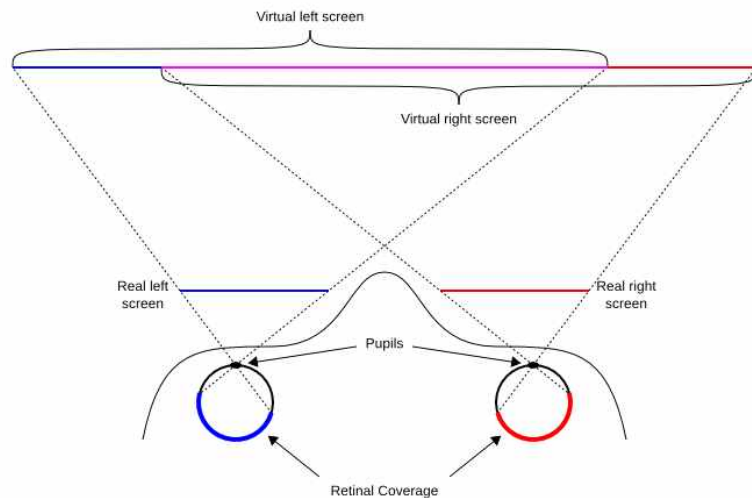
■ 몰입(Flow)

가상현실에서의 몰입이란 비물리적인 가상공간을 실제 물리적인 환경으로 인식하는 것을 말한다. 사용자를 둘러싸고 있는 시각적 미디어 환경과 더불어 청각, 촉각 등 오감과 더불어 다양한 자극을 줄 수 있는 지각요소들이 가상공간을 몰입하게 해주는 요소라고 할 수 있다. 이러한 몰입은 일 또는 놀이에 대한 높은 심리적 집중상태를 말하며, 그 과정 속에서 즐거움과 자기 만족감을 얻게 된다.(J. Short and E, 1976) 또한 몰입은 행동과 인식이 합쳐지고, 강한 집중으로 다른 것은 생각하지 못하는 상태(R. Carlson, 1999)로 몰입된 가상현실에서는 계속해서 그 상태가 유지되지만, 그렇지 않는다면 집중도가 떨어져 흥미를 잃고, 적극적인 실험평가가 힘들 수 있다. 따라서 본 실험평가에서는 모델링 가상현실과 이미지 가상현실이 시각, 청각적 조건에서 몰입에 어떤 차이가 있는가에 대해 살펴보겠다.

4. 가상현실 헤드셋(Head Mounted Display)

HMD, Head Mounted Display는 헬멧 또는 안경처럼 머리에 착용하는 형태의 디스플레이 장치를 말하며, 가상현실과 증강현실의 구현을 위한 디스플레이 장치로서 일반적인 모니터 화면과는 다르게 눈 바로 앞에서 영상을 시청할 수 있기에 높은 시각적 몰입감을 주는 것이 가장 큰 특징이다.

이 HMD 헤드셋은 안구에 각기 다른 영상을 직접 송신하고 사용자의 머릿속에서 이를 하나로 합성하여 가상공간을 실제처럼 느끼도록 만들어 준다(문준식, 2014). 이 헤드셋을 통한 몰입형 가상현실은 기존의 디스플레이와는 달리 인간을 보다 인터랙티브하고 몰입적인 환경으로 이끌어 현실성을 높여주는 하드웨어와 콘텐츠들이라 할 수 있다(최상미, 2016). 초창기의 HMD 등장당시 기기의 무게, 저해상도 디스플레이 등으로 인해 활용성이 다소 떨어졌으나, 최근의 발전된 기술요소들로 고해상도 지원 및 자이로센서 360도 시야 및 스테레오스코픽 3D(Stereoscopic 3D)³⁾기술을 통해 360도를 커버할 수 있는 시점이동이 가능하게 되었다.



[그림 4] 보정을 위한 가상 HMD의 다이어그램
(DIAGRAM OF A HYPOTHETICAL HMD FOR CALIBRATION PURPOSES)

출처: http://doc-ok.org/?attachment_id=33

HMD 관련 기술 및 기기들은 현재 계속해서 개발되고, 발전하고 있으며, HMD를 이용한 시각적 몰입과 더불어 인간의 오감을 활용하여 다양한 체험이 가능한 방향으로 계속해서 발전하고 있다. 하지만 현재 출시된 HMD기기들은 높은 가격대와 4K이상의 고해상도 디스플레이가 지원이 안 된다는 점, 무거운 무게 및 눈의 피로 등 장시간 착용에 무리가 없는 기술개발이 필요한 상황이다.

현재 다양한 종류의 가상 헤드셋 제품들이 출시되었으나 본 연구에서 사용할 HTC 바이브(Vive) 기기를 조사하였다.

■ : HTC 바이브 (Vive) ⁴⁾

본 연구에서 사용할 VR HMD 기기이다. 2016년 4월에 출시된 HTC바이브는 HTC와 벨브 코퍼레이션이 자체 개발한 VR HMD이다. 이 기기는 룸 스케일 기술을 활용하여 센서를 통해 방을 3차원 공간으로 변화시켜 주도록 설계된 것이 특징이다. 또한 모션 추적 핸드헬드 컨트롤러(handheld controller)를 통해 직접 손으로 가상현실 속 물체와 상호작용할 수 있는 것이 특징이며, 사용자가 좁은 공간에만 있는 경우라면 다른 VR HMD 기기들보다 현실감이 뛰어나다는 평을 받았다.

3) 두 개를 뜻하는 Stereo와 본다는 뜻인 scopic을 더한 말로 양쪽 눈의 시각 차이를 이용하여 양안 시차가 있는 한 쌍의 2D 영상을 시청자의 양쪽 눈에 각각 제시하여 3차원적인 입체감(깊이감)을 지각할 수 있게 해주는 입체 영상 구현 기술.

출처:[네이버 지식백과] 스테레오스코픽 3D [Stereoscopic 3D] (IT용어사전, 한국정보통신기술협회)

4) 출처: 김수균 (2017). 가상현실 플랫폼 및 응용 분야 동향. 한국콘텐츠학회지, 15(4), 14-17



헤드셋

핸드 헬드 컨트롤러

[그림 5] HTC 바이브 VR

출처: <https://www.vive.com/kr/product/>

2절: 범죄예방환경설계 (CPTED)

1. 범죄예방 환경설계(CPTED)의 정의와 일반적 고찰

범죄예방 환경설계(Crime Prevention Through Environmental Design, CPTED : 이하 CPTED)의 개념은 도시건축계획 및 디자인 요소와 사회문화적인 요소들을 종합적으로 고려하여 범죄 및 불안감을 저감시키는 기법이다. 1971년 미국의 사회학자인 Jeffery에 의해서 처음 제안되었다. CPTED는 기존의 보안설비나 치안순찰 강화와 같은 전통적인 방법대책에서 벗어나 범죄를 유발하는 기회적 요인(환경적 요인)들을 사전에 차단함으로써 근본적으로 범죄를 예방하는 새로운 패러다임으로 주목받기 시작하였으며, 주요 선진국에서는 1970년대부터 이에 대한 연구가 진행되어 왔다. 국내에서는 1980년대 후반부터 연구가 이루어졌으며, 2005년 경찰청에서 처음 CPTED 도입을 추진하면서 본격적으로 제도적인 도입이 시작되었다. 이후 행정중심복합도시, 판교, 광교 등 신도시 개발계획과 서울시 재정비촉진사업 계획 등에 CPTED 기법이 도입되었다(박주희, 2014).

이러한 CPTED는 대상환경과 유형별 범죄발생의 특성을 고려한 맞춤형 기법을 통해 적용범위가 넓고, 기존의 계획 및 디자인 틀을 크게 저해하지 않으면서도 쉽게 적용할 수 있어 경제적이며 주민참여를 통해 지역사회까지 활성화시킬 수 있다는 장점도 있다. 도시범죄는 특정 공간에 집중되는 특징이 있기 때문에 건축 및 도시계획적 방법을 통해 적절한 공간과 시설을 계획함으로써 범죄발생을 미연에 방지하고 범죄불안감을 감소시키는 것은 매우 중요하다.

CPTED는 ‘감시와 접근통제, 영역성 강화, 명료성 강화, 활동의 활성화, 유지관리 등의 실천전략들을 바탕으로 하여 다양한 가이드라인이 개발되어 적용되고 있다.⁵⁾

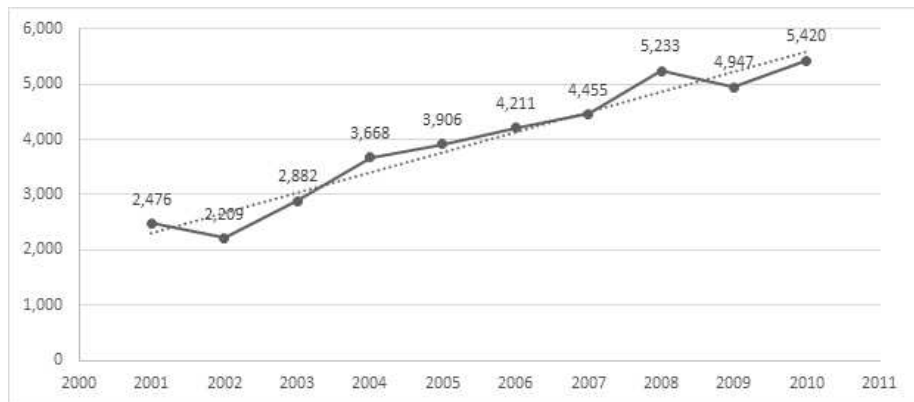
5) 3가지 주요원리(자연적 감시, 접근통제, 영역성)와 2가지 부가원리(활동의 활성화, 유지관리) 등 5가지 원칙이 일반적이지만 국내외 연구에서는 명료성 강화가 추가된 6가지 원리가 사용되기도 한다.

2. 우리나라의 공원범죄현황

■ : 전반적인 현황

최근 우리나라 국민들의 외부활동이 눈에 띄게 증가하였다. 이러한 외부활동은 대부분 공원에서 많이 일어나지만 최근의 공원의 이미지는 몇 년 사이 급격하게 하락하기 시작하였다. 도시생활의 휴식처로 여겨지는 공원은 점차 범죄가 발생하는 범죄에 취약한 공간으로 변질되고 있다. 2017년에는 10대들의 살인사건 및 폭력사건이 서울 도심가 공원에서 발생했으며, 공원과 공원 화장실에서 강간사건이 발생하는 등 점차 공원은 안전한 외부공간이라는 인식이 사라지고 있다.

2011년 10월 한국생활안전연합에서 서울시민 900명을 대상으로 한 조사 결과에 따르면, 서울시민 10명 중 3명은 공원을 이용할 때 각종 범죄의 대상이 될 가능성이 있다는 생각을 하는 것으로 알려졌다. 한국형사정책연구원에서 발간한 ‘공원안전 강화를 위한 CPTED 적용’ 보고서에 따르면, 2001년부터 2010년까지 지난 10년간 전국의 공원에서 발생한 범죄는 총 3만 9,475건으로, 연평균 3,940건으로 나타났다. 더 자세한 전국 공원의 연도별 공원범죄발생빈도는 아래의 그래프와 같다.



[그림 6] 전국 공원의 연도별 범죄발생 빈도 그래프

그래프를 확인했을 때, 2001년부터 공원범죄는 꾸준히 증가하는 추세였으며, 2009년 소폭 감소하였지만 2010년에는 다시 증가하였다. 10년대비 공원범죄는 2001년 2,476건에 비해 2010년 5,420으로 약 2배 이상의 범죄율이 증가하였다.

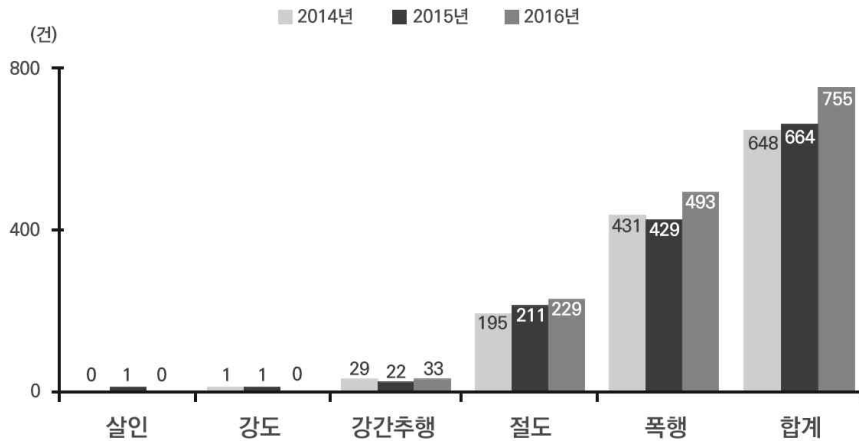
공원에서의 범죄행위의 증가에 대한 원인을 살펴보자면, 공원의 수 증가, 공원에서의 위법행위에 대한 통제의 부족, 공원의 환경적 특성 등이 있을 수 있겠다. 첫 번째로 공원범죄 수 증가에 따른 범죄율 증가이다. 매년 범죄발생 빈도가 증가하는 것은 공원이라는 특정한 장소에서 발생한 범죄를 대상으로 나타나며, 이를 통해 공원수 증가에 따른 범죄율이 증가했다고 볼 수 있다. 특히 대규모 공원보다는 주거단지 내 소규모 공원이 많이 조성되었기 때문에, 관리 대상인 공원의 증가에 비해 관리 인력 및 감시시설에 이에 미치지 못하고 있는 실정이다.

두 번째로, 공원에서의 위법행위에 대한 공식적, 또는 비공식적인 통제가능성이 낮기 때문이라고 판단된다. 특히 공원은 이용대상을 제한하지 않기 때문에 다양한 시민들에 대한 출입에 대한 제약이 크게 따르지 않는다. 그렇기 때문에, 공원에서의 음주, 소란 등에 대한 적극적인 대응 및 제재가 현실적으로 힘든 실정이다. 또한 경찰이나 지방자치단체 등 관리 주체의 담당자는 일반적인 법률에 위반되는 명백한 무질서 행위나 범죄행위의 결과가 발생하지 않는 한, 모든 시민에게 개방된 공원에서 범죄위험 가능성만을 이유로 행위를 제재하거나 이용을 제한하는 규제적 행동을 취하기 어렵다고 할 수 있다.

마지막으로, 공원이라는 공간적인 특성이 있을 수 있겠다. 특히 공원은 시민 누구에게나 개방되는 공적 공간이며, 대부분의 공원이 24시간 개방되어있기 때문에 접근이 용이하다. 우발적이거나 계획적인 범행 대상 목표에 대한 접근이 용이하며, 녹지를 중심으로 하는 교목, 관목, 시설물 등 은닉에 용이한 공간이 많이 산재해 있기도 하다. 즉 공원은 범죄자에게 범죄의 기회 측면과 범행대상, 행동은닉장소 등을 제공할 수 있는 공간적 특성을 가지고 있다.

2017년 10월 국정감사에서 더불어민주당 김영진 의원이 경찰청으로부터 제출받은 ‘2014년 - 2016년 Red 등급 공원⁶⁾의 5대 범죄 발생현황’ 자료에 따르면 전국 511개의 Red 등급 공원에서 3년 동안 발생한 5대 범죄는 총 2067건이었으며 2016년의 경우 755건으로 2014년 648건 대비 17%나 증가한 수치를 보이고 있다.

전국 위험(Red) 등급 공원 내 5대 범죄 발생 추이



[그림 7] 전국 위험등급 공원 내 5대 범죄 발생 그래프

출처: 스카이데일리 뉴스

6) RED공원제도는 ‘선택과 집중’의 효율적인 범죄예방활동을 위해, 공원을 Red(위험), Yellow(주의), Green(안전) 등 3개 등급으로 분류한 것으로 2014년 도입됐다. Red 등급 공원은 1년간 7대 범죄가 5건 이상 발생하고, 16건 이상 112신고가 동시에 접수되어야 한다. 또한 현장 점검 결과 청소년비행·노숙자·주취자 중 1개 이상의 불안요인이 포함되어야 하고 주민여론 역시 반영된다.

3절 선행연구 분석

1. 공원관련 CPTED 연구

근린공원에서의 방어공간 형성(김홍식, 2000)에서는 근린공원 이용자의 영역에 관한 의식은 주거지로부터 근린공원까지의 거리에 영향을 받으며 공원지역의 지대 및 형태, 휴게시설 간의 간격, 적절한 조명시설 등의 자연적 감시요소는 이용자의 불안감을 저하시키며 공원 주변의 이미지와 환경이 이용자의 불안감이나 범죄유발심리에 영향을 미친다고 주장한다. 또한 공원이용자들의 안전감과 관련해서 가장 많이 요구하는 사항은 적절한 위치의 가로등과 경비원의 순찰활동이라고 한다.

도시공원 안전성 평가에 관한 연구(강용길, 2011)은 공원범죄의 분석결과를 바탕으로 공원시설 안전성을 평가하기 위한 ‘공원시설 안전성 평가지표’를 개발하고 시설안전성을 평가, 실행전략을 제시하였다. 실행전략 중 주목해서 확인한 감시의 전략에서 조경식재를 통한 가시성 확보, 공원 내부의 개방공간 확보하고 이를 중심으로 이용 목적별 장소 구획을 하는 설계방법이 요구되었다. 접근통제의 전략방법 중 자연적 전략에는 공원 통행로와 공용공간은 취약 장소와 이격배치, 식재 및 화단을 이용한 완충지역 설치가 있었다.

CPTED관점에서 안전한 공원 조성방안 연구(강석진, 2013)에서는 범죄자료 분석을 통한 서울시 4개구에 위치한 근린공원을 대상으로 현장설문조사 실시하였다. 결과로 범죄의 종류와 시간대에 따른 공원의 범죄 발생빈도율과 일반적인 공원계획 요소의 유형화시켜 CPTED 체크리스트로 현장조사를 하여 각 요소별 문제점을 도출하였다. 또한 기존의 CPTED의 5가지 전략 중 자연적, 기계적 감시를 주요 전략으로 설정해야함의 필요성과 자연적 감시 중 조경 수목의 식재오류에 대한 문제점을 주장했다.

2. 공원 CPTED 평가지표(체크리스트) 관련 연구

근린공원의 활성화를 위한 범죄예방 환경설계기법에 관한 연구(송은주, 2009)에서 과거 범죄 발생이 있었던 공원을 대상으로 선행연구에서 분석한 CPTED 요소들을 적용한 평가 체크리스트를 재정립하여, 대상지 현황조사 및 분석을 하였다. 이후 결과값을 바탕으로 CPTED 체크리스트의 문제점 및 보완 요소들을 도출하였다. 문제점 및 보완요소로는 범죄 유형에 따른 기존의 지침보다 구체적인 체크리스트 개선 필요성과 CPTED 원리 중 ‘자연적 감시’의 강화와 더불어 적용 공간의 조정 계획 방법의 적용방식에 따라 범죄를 더 효과적으로 예방할 것이라고 결론을 도출하였다.

도시공원의 물리적환경 개선을 위한 CPTED 이론 적용에 관한 연구(김수봉, 2013)는 어린이공원을 대상으로 공원의 물리적 환경 개선방안조사를 위한 설문조사실시와 물리적 환경을 조사하기 위해 ‘도시공원 녹지 유형별 세부기준 등에 관한 지침 일부 개정안’의 항목을 기준으로 감시강화(4개 항목), 접근통제(3개), 영역성 강화(2개), 활동의 지원(2개), 유지관리(3개)의 5개 분야 14개 항목으로 구성된 체크리스트를 작성하였다. 체크리스트를 통해 물리적 환경에 대한 문제점을 파악하고, 그에 대한 6가지의 개선방안을 제시하였다.

근린공원 CPTED 적용을 위한 평가지표 개발 및 유형별 평가에 관한 연구(손지현, 2015)에서는 기존의 공원, CPTED 체크리스트 관련 선행연구를 통해 근린공원에 적용될 수 있는 CPTED 요소들을 고려하여 평가지표를 구성하고, 전문가 검증을 통해 평가항목별로 가중치를 부여했다. 이후 평가 대상지로 부산시 근린공원의 안전현황 평가 및 평가결과를 공원의 유형별로 분석하였다. 결과를 통해 CPTED 측면에서 물리적 요소와 사회적 요소 두 가지 모두를 고려한 적용방안과 평가기법 제시에 대한 추가연구의 필요성을 언급하였다.

3. 3D 시뮬레이션 평가방법에 관한 연구

■ : 국내선행연구

3D 시뮬레이션 평가기법을 활용한 국내 선행연구는 대부분 가로공간 평가를 대상으로 하고 있다.

동적 시뮬레이션에 의한 도시가로경관 관리지표의 허용범위 연구(김두운 외, 2008)은 가로경관관리지표 수립을 위해 구체적인 경관관리 지표들을 추출하고, 지표적 속성들의 허용 가능한 범위를 동적시뮬레이션으로 검증하였다. 시뮬레이션 검증에 앞서 가로경관의 물리적 요소들의 시각적 영향을 파악하였다. 하지만 시뮬레이션 제작에 있어 정적하드웨어 및 소프트웨어의 한계로 인해 가로수, 가로등, 보행자, 차량, 색채 등 가변적 요소들의 제외되었으며, 고정된 관찰자 시점을 한계점으로 들었다.

가로경관 평가를 통한 근대 역사·문화거리 조성 방안에 관한 연구(문지원 외, 2012)에서는 역사·문화거리를 중심으로 대상지 사진을 통해 가로경관 우세요소를 도출하여 동화상(Motion picture film) 시뮬레이션을 제작하였다. 가로경관 평가를 위한 시뮬레이션 제작에 주행하는 차량이나 보행하는 사람의 움직임을 실제에 가깝게 PC상에서 Real Time으로 재현할 수 있는 동영상 시뮬레이션 프로그램인 UC -Win Road라는 3차원 경관 설계용 프로그램을 활용하였다.

범죄환경평가 시뮬레이션을 대상으로 하는 연구는 단독주택지에서 주거 철도법의 범행대상 주택 탐색 및 선정 과정에 영향을 미치는 환경단서에 관한 시뮬레이션 실험연구(이경훈, 김진욱, 2000)에서 주거철도를 대상으로, 범죄예방을 위한 건축시뮬레이션 실험연구(민병호, 최윤경, 1998)가 철도역사의 범죄를 대상으로 진행한 3D 시뮬레이션 연구방법론의 활용성과 그 효과를 확인하였다.

따라서 본 연구에서는 VR CPTED 평가지표에 따른 근린공원의 요소별 물리적 환경의 개선양상에 따른 자연적 감시 효과를 비교 분석하기 위해서 실제

범죄위험도가 높은 근린공원을 대상으로 해당 공간을 둘러싼 주변 환경과의 연속적인 체험을 바탕으로 하는 3D 시뮬레이션 평가기법의 활용이 유용할 것이라고 판단된다.

■ : 해외 VR사례연구

Crime Prevention Through Environmental Design in Virtual Reality(Manolya Kavakli, 2004)에서는 Active Worlds라는 3D Design toolkit을 통해 범죄 위험 요소를 평가할 가상 환경을 제작하고, 평가 과정에서 초보자를 교육하기 위한 인터페이스를 제공하였다. 아바타와 가상환경을 사용하여 사람과 사회적 상호 작용을 연구, 특히 가상환경에서 실공간의 위험성을 평가할 수 있다는 프로그램에 대한 활용가능성을 확인하였다.

The Use of Virtual and Mixed Reality Environments for Urban Behavioral Studies(Andrew J. Park, 2008)에서는 다음과 같은 3가지의 요소들이 가상환경 내 실험평가의 장점이라고 말하고 있다. 첫째는 ‘안전성’이다. 가상환경을 제작 및 사용함으로써 사람들이 실질적으로 입을 수 있는 위험요소, 위험 및 피해 등이 없이 실제 환경과 흡사한, 역동적인 환경 구축이 가능하다고 말한다.

두 번째는 ‘제어’이다. 실제 환경이 아닌 가상환경을 구축하면 상황을 제어하고 수정하는 것이 쉬우며, 물리적으로 접근이 불가능한 공간의 접근이 가능하다. 마지막으로 실공간에 환경을 구축하는 것이 아니기 때문에 재료비 및 공사비가 들지 않아 저렴한 ‘비용’으로 제작이 가능하다.

하지만 당시의 낮은 성능의 하드웨어 및 소프트웨어를 통해 제작되었기에 가상 환경은 실제 물리적 환경에 비해 인위적이고, 비현실성이 강하다고 한계 점을 들어내고 있다.

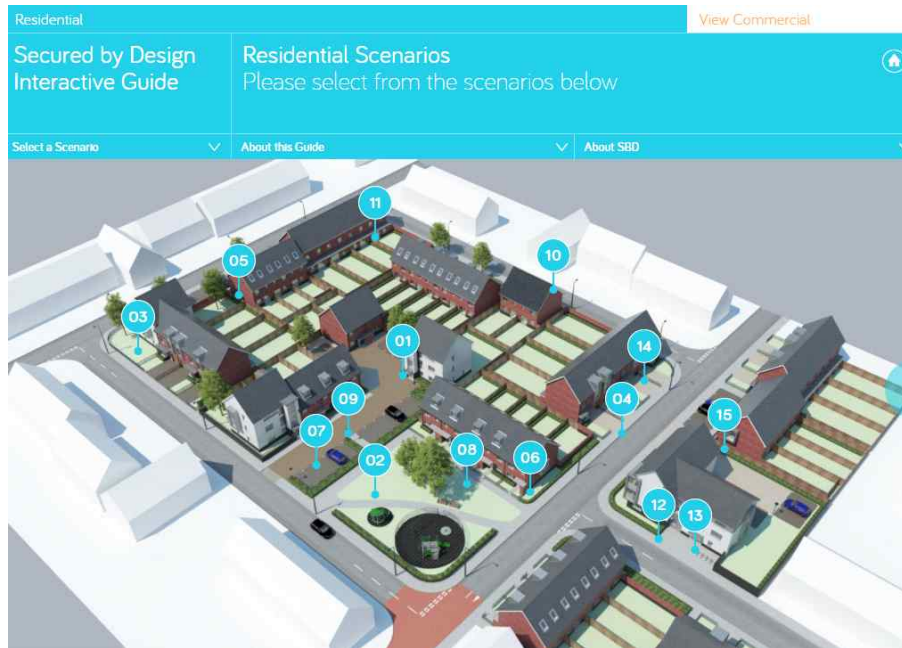
A Virtual Reality Approach to Personal Safety and The Design of Built Environment Facilities(Paul Cozens, 2002)는 호주 사우스 웨일즈의 철도역에 대한 개인 안전에 대한 인식조사를 하고, 자극적 요소 및 대학교 캠퍼스에 적

용 가능한 환경 시설을 분석하였다. 이 선행연구에서는 Dark Basic Professional이라는 게임엔진을 통해 CPTED 시뮬레이션 툴이 제작되었다.

전체적인 해외 선행연구에서는 기존에 연구들에서는 대상지 조사, 인터뷰, 사례연구 및 실제 사람들이 대상지 범죄 위험도 평가의 피시험자로 참여하는 경우가 대다수였기에 실제 피시험자들의 위험에 처할 수 있는 상황이 있었다는 단점을 지적함과 동시에 가상현실 시뮬레이션이 이를 해결할 수 있는 하나의 좋은 수단이 될 수 있다고 말하고 있다.

■ 시뮬레이션 프로그램 사례

영국 전국경찰지휘관협회인 ACPO(The Association of Chief Police Officers)에서는 현재 CPTED에 대한 이해를 돕기 위해서 3D Virtual Design Toolkit인 ‘Secured by Design Interactive Guide’를 제작하여 활용하고 있다. 주거지역과 상업지역 다른 두 유형의 3D 가상환경을 구축하여 범죄예방이 잘된 시나리오의 모습과 그렇지 않은 모습의 예를 비교하여 제시하고 있다. 특히 각각 공간의 구역별 시나리오를 제시하고 있는 점을 통해 구체적인 범죄예방 공간 전략을 확인할 수 있다.



[그림 8] Secured by Design Interactive Guide
출처: <http://interactive.securedbydesign.com/residential/>



[그림 9] Secured by Design Interactive Guide 중 열악한 디자인 적용 공간

출처: <http://interactive.securedbydesign.com/residential/>



[그림 10] Secured by Design Interactive Guide 중 SDB 디자인 적용 공간

출처: <http://interactive.securedbydesign.com/residential/>

하지만 각각 공간 유형별 시뮬레이션 시나리오 화면의 시점이 고정되어 있어 이동하면서 관찰할 수 없다는 점과 사람의 시선(Eye level)에서 시뮬레이션을 할 수 없다는 한계점을 갖고 있다.

4. 가상현실을 활용한 공간 디자인 분야 적용에 관한 연구

[표3] 가상현실을 활용한 공간 디자인 분야 적용 선행연구

기존연구	요약
윤재은 외 2인 (2001)	가상의 공간을 제작하여 실제 모델하우스와 가상 모델하우스의 장단점 비교 분석
이병찬, 김용성 (2001)	웹기반의 가상현실 공간을 제작하여 아파트 평면의 선호도 데이터 구축
이란희 외 2인 (2007)	3D 시뮬레이션 콘텐츠에 적용할 수 있는 사실적인 3D 자연환경을 제작하기 위한 소프트웨어로 “EMtool(Environment Making Tool)”을 소개 및 활용성 검토
손태진 (2004)	입체영상기술을 활용하여 모델하우스, 가상박물관, 가상캠퍼스, 교육 및 오락 분야 등에 활용 가능할 것으로 VR 공간설계의 가능성 예측
신유진 (2005)	가상현실에서 현실적인 공간감을 느끼게 하는 요소들을 설문을 통해 도출
임기섭, 김태균 (2010)	실공간을 가상공간으로 제작하여 가상현실상에서 관람객의 동선파악 및 유도에 대한 시지각적인 요인 분석 및 가능성 검토
문준식 (2014)	인터뷰를 통한 가상현실 헤드셋의 공간 디자인 분야 적용가능성 검토, 설계 도구로서 기존의 물리적 모델과의 차별성 및 활용가능성 예측
한정엽 (2016)	VR실용화를 목적으로 한 남서울대학 캠퍼스 환경구성 및 가상 캠퍼스투어와 더불어 HMD기기 이외 3인치 가상현실 기기를 활용

제3장: 몰입형 VR시뮬레이션 제작

1절: 연구 대상지 선정

1. 대상지 선정기준

대상지의 선정 기준은 2017년 서울시 RED 등급 공원⁷⁾ 현황자료를 토대로 CPTED 평가를 적용할 수 있는 위험등급이 높은 도시 지역권 근린공원을 대상으로 하였다. 공원을 우선순위로 선정하였다.⁷⁾ 이후 규모, 형태, 개발계획의 존재여부, 자치구별 공원 안전대책 조치가 제대로 이루어지지 않고 있는 공원 중 현장조사를 통해 선정하였다.

구체적인 대상지 선정 조건으로 첫째, 10,000㎡ 이상, 3,000㎡ 이하의 규모를 갖고 있는 근린공원은 대상지 선정에서 제외하였다. 공원의 규모가 커질수록 공원은 3D모델링을 제작하는데 시간소요가 많이 요구될뿐더러 높은 질의 모델링 제작이 어렵다.

둘째, 3D모델 VR 시뮬레이션을 통해 공원 내 다양한 환경, 시설, 물리적 요소에 따라 다양한 평가가 가능해야한다. 이를 위해 공원의 형태가 광장형인 경우는 제외하였으며, 또한 18개의 RED 등급 공원 중 절반 이상이 어린이 공원으로 나타났으며, 이중 전형적인 형태의 어린이 공원은 제외하였다.

셋째, 공원의 위치가 가로변, 경사지 등에 위치하고 있어 부가적인 지형과 환경조작이 3D 모델제작 과정에서 더 시간소요가 요구되는 경우도 대상지에서 제외하였다. 본 연구는 다양한 조건을 충족시킬 수 있는 3D 공원 모델링

7) ‘도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 제6조(별표 3)’에 의하면 도시공원은 생활권 공원과 주계곡원으로 대분류하고 생활권 공원에는 소공원, 어린이 공원, 근린공원으로 다시 분류되고 근린공원에는 근린생활권 근린공원(주로 인근에 거주하는 자의 이용에 제공할 것을 목적으로 하는 근린공원), 도보권 근린공원(주로 도보권 안에 거주하는 자의 이용에 제공할 것을 목적으로 하는 근린공원), 도시지역권 근린공원(도시지역 안에 거주하는 전 체 주민의 종합적인 이용에 제공할 것을 목적으로 하는 근린공원), 광역권 근린공원(하나의 도시지역을 초과하는 광역적인 이용에 제공할 것을 목적으로 하는 근린공원)으로 구분하고 있다.

제작이 아닌, VR기기를 통해 일반적인 근린공원에서의 CPTED 평가 가능성을 판단하는 것이기에 위와 같은 조건을 통해 대상지 선정을 하였다.

[표4] 대상지 조건에 따른 선정 결과 표

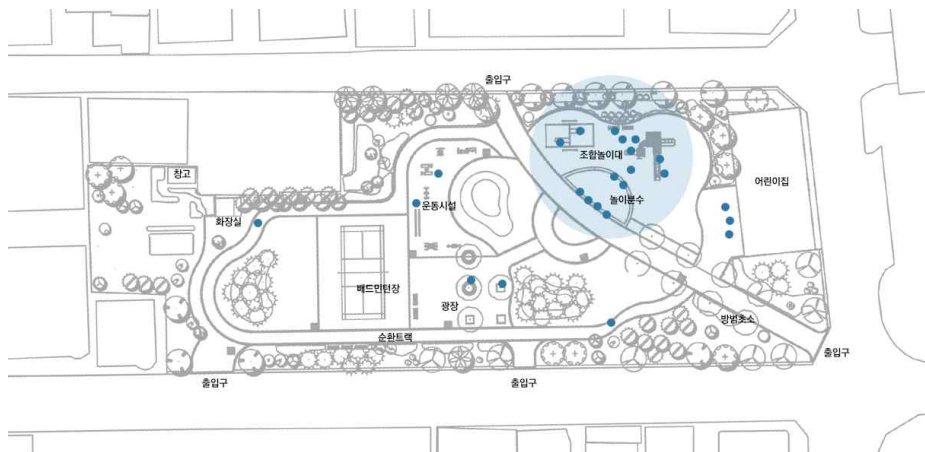
번호	자치구	공원명	규모	형태	안전대책 미흡도
1	종로	A공원	×	△	×
2	용산	B공원	○	○	△
3	용산	C공원	×	×	△
4	용산	D공원	○	△	×
5	용산	E공원	×	×	○
6	중랑	F공원	×	×	×
7	노원	G공원	×	×	×
8	노원	H공원	×	×	○
9	은평	I공원	×	×	○
10	은평	J공원	×	×	○
11	은평	K공원	×	○	○
12	마포	L공원	○	×	×
13	마포	M공원	○	×	○
14	영등포	N공원	○	○	○
15	동작구	O공원	○	△	×
16	동부	P공원	×	○	○
17	동부	Q공원	×	○	○
18	동대문구	R공원	○	○	△
적합: ○ 미흡: △ 부적합: ×					

따라서 위의 표는 선정조건에 따라 적합도를 3가지 척도로 평가한 도표이다. 평가결과로 총 3개의 공원이 선정하였고, 현장조사를 통해 직접적으로 공원 내 시설의 노후도, 공원 이용객들의 이용시간, 위험도를 인터뷰를 통해 판단하여 최종적으로 영등포구에 위치한 B공원을 대상지로 선정하였다.

운동시설로 주민들이 사용할 수 있는 운동시설 및 배드민턴장이 위치해 있으며, 조깅, 산책을 할 수 있는 순환형 트랙이 공원을 둘러싸고 있다. 편익시설로 벤치, 화장실이 있으며, 보안시설로 감시용 CCTV와 방범초소가 있다.

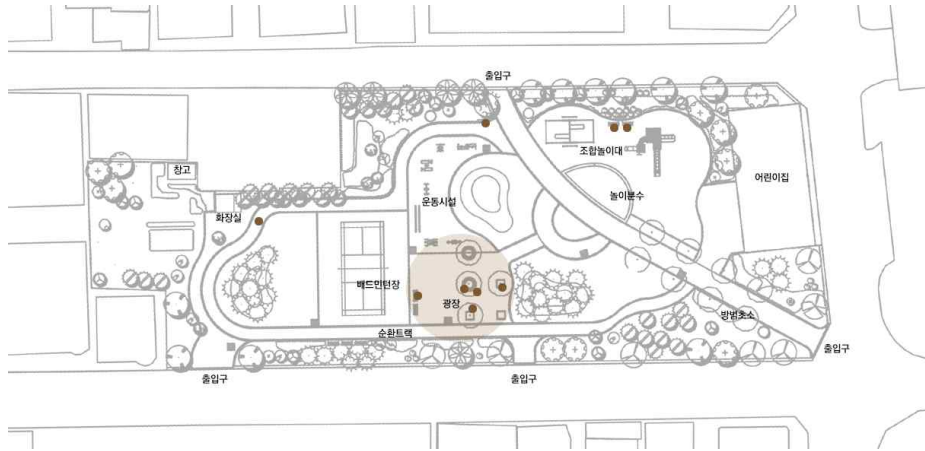
3. 대상지 현장조사

대상지 현장조사는 평일 오후 3시와 오후 8시에 실시되었으며, 이는 답사를 통해 오후 3시경 어린이집 아이들이 하원하는 시간과 일몰시간에 맞춘 것이다. 주간의 공원 이용객들은 주로 조합놀이대를 이용하는 어린이집에 다니는 어린이들과 하원을 기다리는 학부모들이 주된 이용객들이었다.



[그림 13] 대상지 주간이용 현황 다이어그램

일몰 이후 오후 8시 이후 이용객들이 점차 감소하였으며, 어린이집 아이들이 대부분 하원하였기에, 조합놀이대 및 어린이집 인근의 이용객 또한 거의 없었다. 또한 광장 인근에 노숙자들로 확인되는 성인남자들이 음주 및 흡연을 하는 것을 확인하였다.



[그림 14] 대상지 야간이용 현황 다이어그램

4. 대상지 인터뷰조사

공원 현황분석을 위해 공원 이용객, 순찰 경찰관과의 인터뷰를 하여 범죄신고 유형 및 이용객들이 불편 및 안전에 취약하다고 생각되는 시설 및 공간을 조사하였다. 다음은 공원 이용객들과의 인터뷰 내용을 정리한 표이다.

[표5] 공원 이용객 인터뷰 정리

질문내용	답변내용
공원이용시간	어린이 및 학부모 이용객들은 주로 어린이집 하원시간에 맞춰 3시부터 6시까지, 저녁 이전에 이용하는 사람들이 대다수였으며, 6시 이후에는 공원이용을 하지 않음
	일반 주민 이용객들은 5시 - 8시 사이에 주로 이용
주야간에 위험함을 느끼는 지역	화장실 서쪽방면 건물들 사이에 있는 공간은 낮에도 대부분 음지이고, 야간에도 시야확보가 되지 않아 위험함을 느낌
주야간이용에 있어 불편, 위험함을 느끼는 요소	주로 노숙자 또는 취객들이 주야간에 고성방가를 하여 이용에 불편을 겪는다고 하며, 야간에 사람들이 공원을 거의 이용하지 않으며, 시설 또한 충분히 관리가 되지 않는다고 함
기타 공원과 관련한 문제 사항	본 공원은 취객과 노숙자들이 자주 공원에서 음주 및 고성방가를 하여 경찰관들이 상주하는 방범초소가 있으나 초소 내부에는 의자만 있을뿐 경찰관들이 없다고 함

다음은 공원 순찰을 하는 경찰관과의 인터뷰내용을 정리한 것이다.

[표6] 경찰관 인터뷰 정리

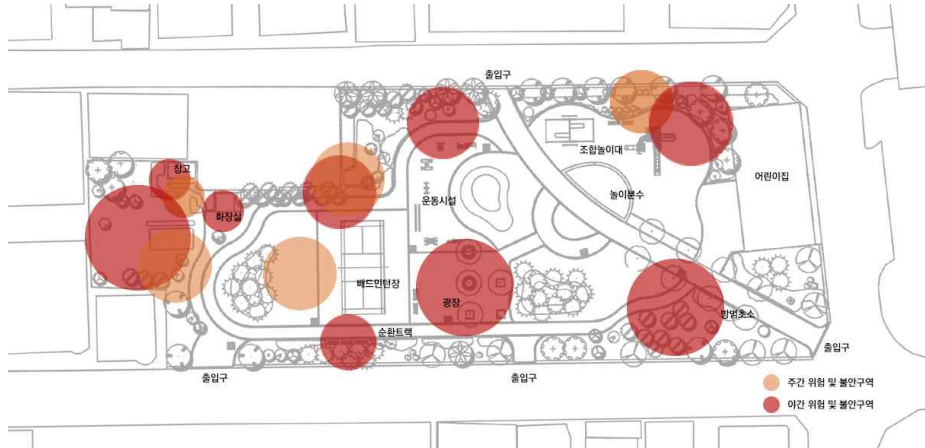
질문내용	답변내용
순찰시간	순찰은 주간보다는 야간에 주기적으로 순찰. 24시간 상시녹화가 되는 CCTV가 공원 중앙에 설치되어 있어, 확인 후 문제가 생길경우에도 불시순찰을 한다고 함
방법초소 활용도	방법초소가 있지만, 경찰관들의 인력부족 및 CCTV 확인이 가능함에 따라 방법초소를 이용하지 않는다고 함.
자주 일어나는 안전사고 및 이용자들의 불만사항	야간에 공원 이용객이 없어, 노숙자 및 취객이 더 많이 오며, 공원에 있는 노숙자들을 쫓아내도 공원 주변에서 음주를 계속 해서 하여 이용객들의 접근을 저해하는 요소로 작용
공원 내 우범지역	공원 화장실 인근 및 공원 북측 출입구 인근 건물 공개공지 쓰레기 분리수거장

인터뷰는 20대 남자: 3명, 20대 여자:3명, 30대 남자: 5명, 30대 여자 6명, 60대 남자: 2명, 60대 여자 4명, 경찰관 2명 등 총 33명을 대상으로 인터뷰를 진행하였다.

[표7] 공원 이용객 인터뷰 인원 표

시간	인터뷰 대상		
	남성	여성	합계
주간	20대 : 1명	20대 : 2명	19명
	30대 : 3명	30대 : 4명	
	40대 : 1명	40대 : 2명	
	60대 : 2명	60대 : 4명	
야간	20대 : 2명	20대 : 1명	12명
	30대 : 2명	30대 : 2명	
	40대 : 3명	40대 : 1명	
	60대 : 0명	60대 : 1명	
합계	14명	17명	31명

다음은 이용객 인터뷰를 통해 주야간 공원 이용에 있어, 위험 및 불안하다고 생각되는 공간을 표시한 지도이다.



[그림 15] 공원 내 기피지역 및 우범지역

[표8] 공원 내 기피구역 정리 표

답변내용		
대상	주간이용	야간이용
여성	<ul style="list-style-type: none"> · 화장실 인근 건물 위요공간 · 배드민턴장 일대 · 광장일대 (노숙자, 취객 유무에 따라) 	<ul style="list-style-type: none"> · 화장실 인근 건물 위요공간 · 수목 밀집, 차폐식재 구역 · 광장일대 (노숙자, 취객 유무에 따라) · 어린이집, 조합놀이대 식재공간 · 조깅트랙
남성	<ul style="list-style-type: none"> · 광장일대(노숙자, 취객 유무에 따라) 	<ul style="list-style-type: none"> · 광장일대(노숙자, 취객 유무에 따라)

인터뷰 결과 주간과 야간의 공원 이용행태가 다르다는 것을 확인했으며, 대다수의 주간 이용자는 공원 어린이집에 다니는 어린이 및 학부모들로 확인하였다. 또한 학부모를 대상으로 한 인터뷰 결과에서 주간 공원이용에 있어 이용지점은 주로 어린이집 주변 조합놀이대 인근의 한정된 장소에서만 이용하

고 있으며, 시야 확보가 어려운 화장실 주변, 배드민턴장 주변으로는 접근하지 않는다고 말했다.

이외에 공원 이용객 인터뷰에서는 주야간에 광장 인근에 노숙자 및 취객이 자주 출몰하여 이용을 기피하고 있었으며, 야간에는 공원에 있는 수목, 관목들이 시야를 방해하고, 사각지대를 만들어 수목이 차폐되어있는 곳들을 불안 및 기피지역으로 꼽았다. 특히 야간에 운동을 하는 사람들은 공원의 순환 트랙을 돌며 조깅을 주로 한다고 했지만, 주변 가로등이 많지 않아 시야확보가 어렵다고 하였다. 또한 남성 및 여성에 따라 위험을 느끼는 정도 및 요소가 다르기 때문에 남녀에 따라 의견들을 정리하였다.

2절: 이미지 기반 VR시물레이션 제작

인터뷰 내용과 현장조사결과를 토대로 주야간 시간변화에 따라 기피지역으로 바뀌는 공간, 이용자들이 불안하게 생각되는 위험지역 등 구역별 우범지역화 될 가능성이 높은 지점을 선정하였다. 추가적으로 또한 조깅트랙, 벤치, 운동시설, 화장실 등 공원 이용객들이 공원에서 자주 이용하는 시설의 위치 또한 고려하였다. 지점은 총 8곳으로 설정되었으며, 각 지점을 중심으로 VR 파노라마 영상촬영을 실시하였다.

각 지점들은 공원 이용객들의 이용시간이 가장 많은 오후 3시와, 일몰시간과 저녁시간 공원을 산책하는 이용객들이 공원에 등장하는 시간인 8시로 설정하여 주야간으로 촬영하였다. 촬영은 360 카메라를 이용해 파노라마 사진 촬영 그리고 동영상 촬영을 실시하였다.

촬영된 파노라마 사진 및 영상은 VR 모델링 시물레이션의 실재감 비교 및 세부적인 모델링 VR 공간을 제작하는 용도로 사용한다.



[그림 16] 360 파노라마 영상 촬영지점

8개의 구간설정에 관한 세부적인 내용은 다음의 표와 같다.

[표9] 촬영구간설정

구간	구간명	구간선택이유
A	공원입구 분리수거장	기피구역 및 노숙자, 취객 출몰구역
B	운동시설	공원이용시설
C	조합놀이대	공원 외곽지역 및
D	화장실입구	기피구역
E	건물위요지역	기피구역
F	배드민턴장	공원이용시설
G	공원중앙광장	기피구역 및 노숙자, 취객 출몰구역
H	방법초소인근	기피구역

■ A구간 : 공원입구 분리수거장



[그림 17] 구간 A 주간촬영영상



[그림 18] 구간 A 야간촬영영상

■ B구간 : 운동시설



[그림 19] 구간 B 주간촬영영상



[그림 20] 구간 B 야간촬영영상

■ C구간 : 조합놀이대



[그림 21] 구간 C 주간촬영영상



[그림 22] 구간 C 야간촬영영상

■ D구간 : 화장실입구



[그림 23] 구간 D 주간촬영영상



[그림 24] 구간 D 야간촬영영상

■ E구간 : 건물위요지역



[그림 25] 구간 E 주간촬영영상



[그림 26] 구간 E 야간촬영영상

■ F구간 : 배드민턴장



[그림 27] 구간 F 주간촬영영상



[그림 28] 구간 F 야간촬영영상

■ G구간 : 공원중앙부



[그림 29] 구간 G 주간촬영영상



[그림 30] 구간 G 야간촬영영상

■ H구간 : 방법초소인근



[그림 31] 구간 H 주간촬영영상

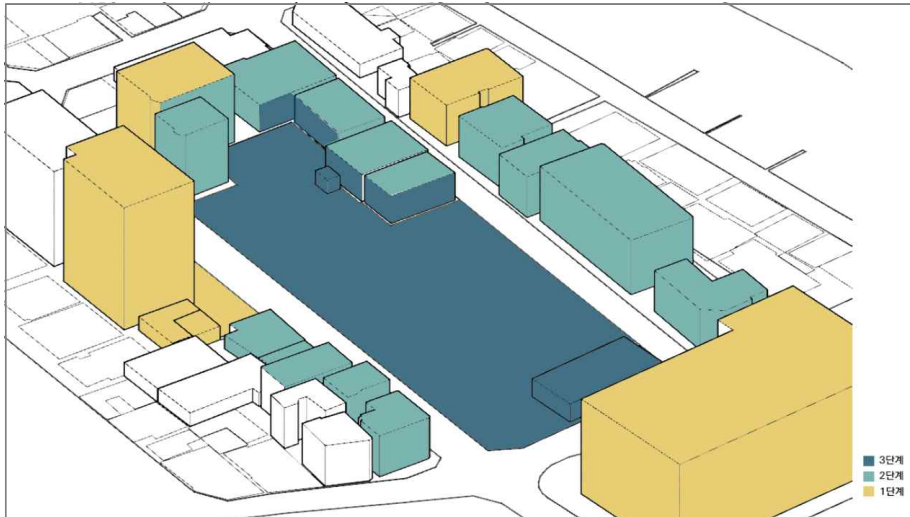


[그림 32] 구간 H 야간촬영영상

3절: 모델링 기반 VR시뮬레이션 제작

1. 3D 모델링 범위

모델링 기반의 VR 시뮬레이션 제작에 앞서 모델링 제작의 범위를 선정해야 한다. 공원이 대상지라고 할지라도 공원 주변으로 보이는 건축물, 시설물 등 다양한 경관 요소들을 제작해야한다. 특히, 공원의 출입구, 공원으로 가는 동선 안에 있는 건축물은 보다 구체적으로 제작을 해야, 동일한 공간이라는 장소성, 공간감 등이 느껴진다고 판단하였다. 따라서 구체적인 모델링이 필요한 부분과 대략적인 모델링하는 부분에 대한 범위선정이 우선적으로 완료되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 단계로 모델링의 세부묘사를 진행하며, 어떤 범위를 다음과 같다.



[그림 33] 모델링 세부묘사 범위 선정



[그림 34] 모델링 단계별 범위 설정 (좌측이미지부터 1단계, 2단계, 3단계)

1단계 범위는 대상지 진입 동선과 겹치지 않고, 대상지와의 접근성이 다소 떨어지며, 세부적인 모델링을 하기 어려운 상황일 경우에 대략적인 사진 이미지를 건축 벽면부에 일괄적으로 매핑하는 형태로 진행한다. 이 범위에 포함되어 있는 건축물은 지상주차장 및 고층 빌딩형태가 포함된다.

2단계 범위에서는 대상지와 접근성이 높으며, 대상지 진입동선과 겹쳐, 보다 세부적인 모델링 작업이 필요한 경우이다. 이 범위에서의 건축표현은 구체적인 건축물을 표현하며, 재료, 형태에 따라 각각 다른 폴리곤으로 건축 및 시설을 제작한다. 또한 도로 내에 있는 대략적인 차량, 시설물도 포함된다.

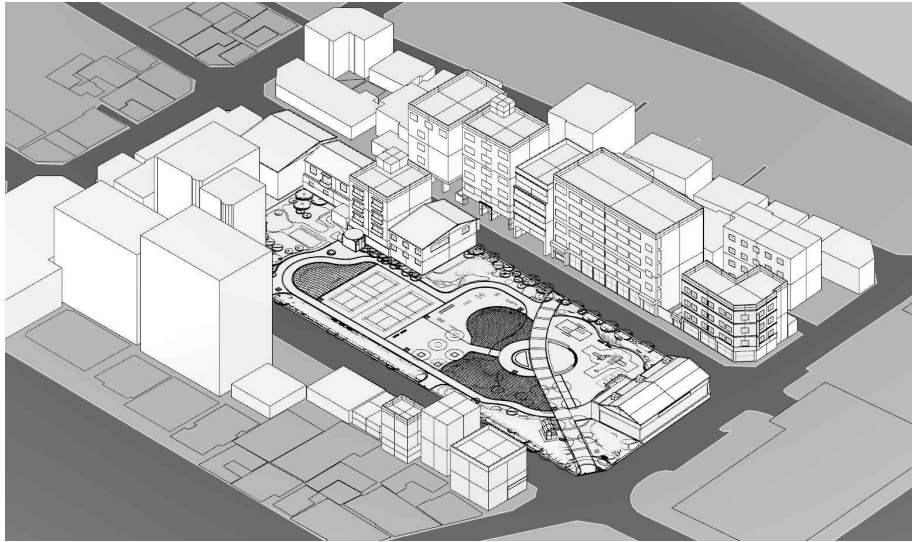
3단계 범위는 직접적인 대상지인 공원이 해당되며, 공원 내의 건축물, 공원과 직접적으로 맞닿아있는 건축면이 포함된다. 더하여 공원시설물로 운동시설, 조합놀이대, 화장실 등도 구체적인 모델링, 매핑 작업을 통해 제작된다.

2. 소프트웨어별 VR공간 제작 과정

대상지 3D모델링 제작은 CAD도면을 베이스로 제작된다. 하지만 도면파일과 실제 대상지의 모습은 시공과정에서의 수정사항 또는 관리 및 하자보수 등의 변수로 인해 실제와 차이점이 있을 수 있다. 이러한 다양한 이유로 인해 도면을 사용하기 전, 대상지 현황조사를 통해 도면과 다른 부분이 무엇인지 확인이 필요하다. 본 대상지도 도면과 실제 공간이 상이한 공간이 있어, 도면 수정을 거친뒤에 3D모델링 작업을 실시하였다.

수정이 완료된 도면을 베이스로 본 연구에서는 3D 모델링 소프트웨어인 ‘Rhino 3D’를 사용하였다. 3D모델제작이 완료된 후 텍스처 매핑⁸⁾ 단계를 거쳐야 한다.

8) 텍스처 매핑(texture mapping)은 컴퓨터 그래픽스분야에서 가상의 3차원 물체의 표면에 세부적인 질감의 묘사를 하거나 색을 칠하는 기법이다. 일반적으로는 수식이나 2차원의 그림을 3차원 물체의 표면에 여러 가지 방법을 통하여 적용하고 이에 따라 컴퓨터 그래픽 화면을 만들어 나갈 때 마치 실제의 물체처럼 느껴지게끔 그 세부 묘사를 하는 것이다. 이는 사실적인 3D 장면을 구성하는 데 필요한 다각형 및 조명 계산의 수를 대폭 줄이게 해준다.

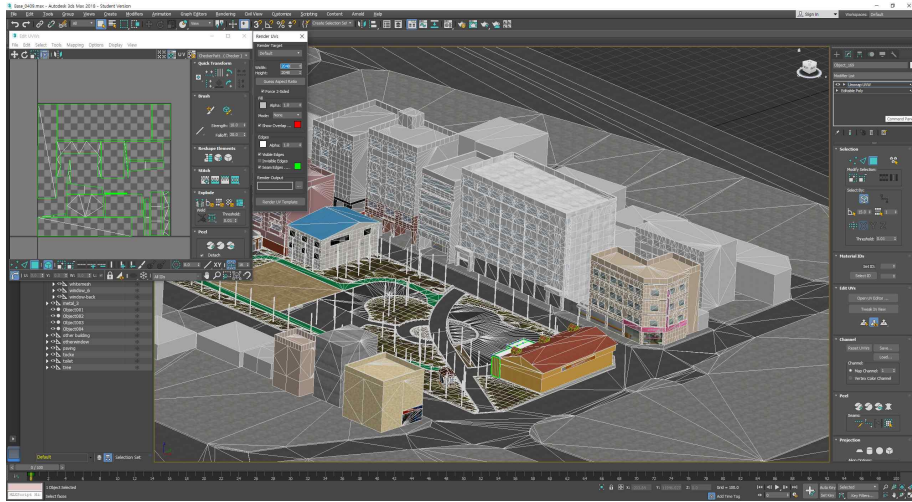


[그림 35] Rhino 3D를 활용한 기본 3D 모델링 제작 단계

Rhino 3D에서 모델링 제작 그리고 텍스처 매핑 모두 가능하지만 매핑이 포함된 3D 오브젝트를 언리얼 엔진4로 불러오는 과정에서 문제가 생긴다.

제작된 3D 오브젝트를 언리얼 엔진4로 불러오면 매핑이 깨지거나, 매핑이 된 모델링 컴포넌트가 많아 엔진으로 불러오는데 지장이 있다. 기본적으로 텍스처 매핑 단계에 있어 보다 효율적인 매핑과 파일을 좀 더 가볍게 만들어주는 UV매핑(UV mapping) 과정⁹⁾이 필요한데, Rhino 3D 소프트웨어는 이를 해결할 수 없어 매핑과정에서 ‘3DS MAX’ 소프트웨어를 이용하여 진행한다.

9) UV매핑(UV mapping)은 2차원 그림을 3차원 모델로 만드는 3차원 모델링 프로세스이다. 대략적인 UV 매핑은 메시(mesh)의 해체, 텍스처 제작, 텍스처 적용의 3가지 단계를 요구한다.

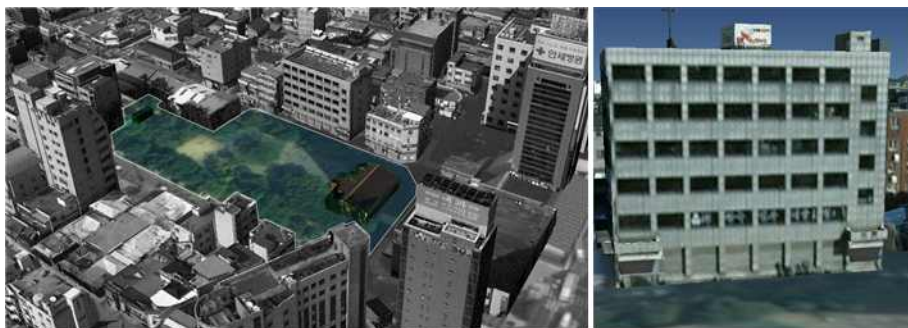


[그림 36] 3DS MAX 소프트웨어를 활용한 UV매핑 과정

다양한 텍스처 매핑 방법이 있지만 그 중에서도 비트맵¹⁰⁾ 이미지를 활용하여 매핑하는 방식으로 텍스처 매핑을 진행한다. 텍스처 매핑에서도 타일링 방식과 1대1 비율로 매핑하는 방식 두 가지를 모두 사용한다.

1대1비율로 매핑하는 방식은 매핑을 할 텍스처가 모델링에 1대1 비율로 들어가게 되며, 주로 실제 대상을 사진 촬영한 이미지를 매핑한다. 하지만 VR 출력에 있어 1대1 매핑방식은 고해상도의 이미지를 사용해야 텍스처가 깨지지 않는다는 점과 카메라로 건축 입면부 전체를 촬영하기 쉽지 않다는 점이 있다. 그렇기 때문에 매핑과정에서 1단계 범위의 건축물과 2단계 범위의 건축물 중 세부 모델링이 어려운 건물 출입구 및 간판, 입면부는 사진 촬영하여 1대1 매핑을 하고, 그 외의 3단계 건축물은 타일방식으로 매핑을 진행한다.

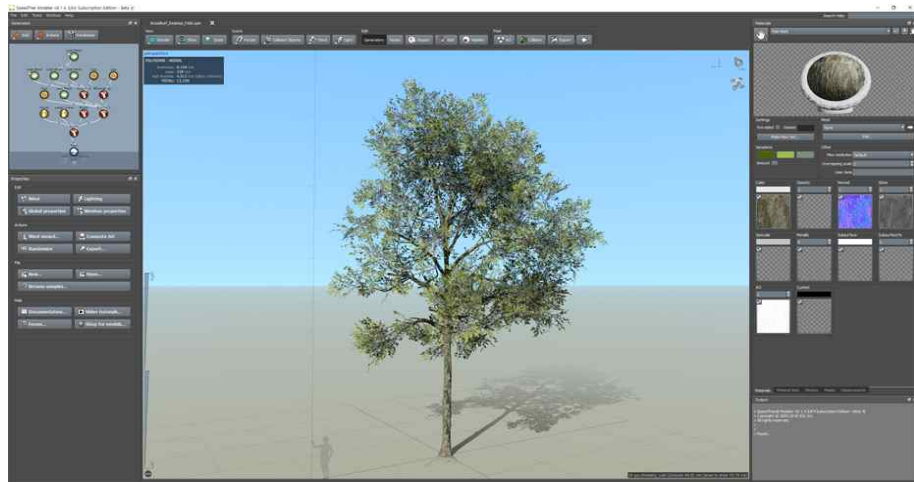
10) 비트맵은 컴퓨터 분야에서 디지털 이미지를 저장하는 데 쓰이는 이미지 파일 포맷 또는 메모리 저장 방식의 한 형태이다. 일반적으로는 래스터 그래픽스(점방식)라고 한다.



[그림 37] 1대1 이미지 텍스처 매핑 방식의 3D 모델링 구현

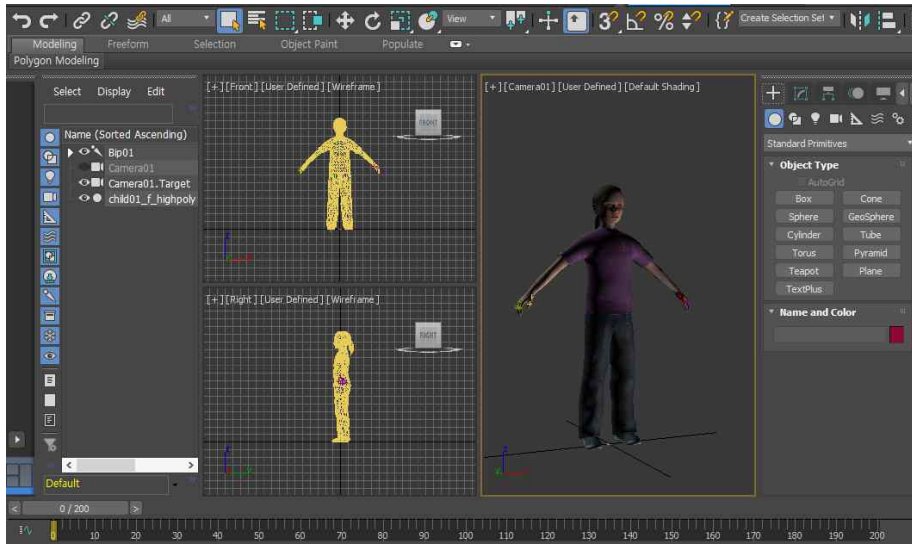
출처: 서울시 공간정보 오픈플랫폼 V-World

3. 수목, 사물, 사람 등 오브젝트의 제작

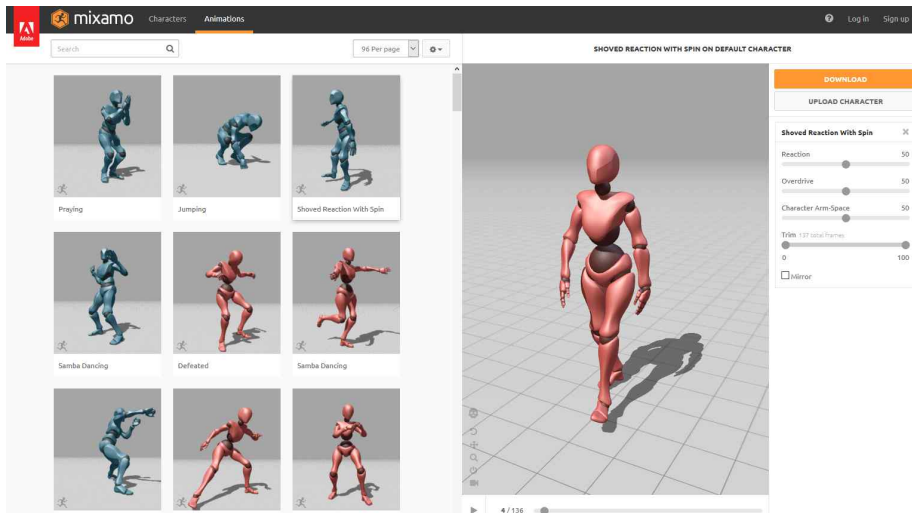


[그림 38] Speedtree 소프트웨어를 활용한 수목 제작과정

본 연구는 공원을 대상으로 CPTED 시뮬레이션을 실험하는 것인 만큼 수목 모델링의 제작 또한 중요하다. 수목의 3D모델 제작은 일반적인 3D 모델링 툴을 사용하여 제작하면 시간소요가 클뿐더러 제작 난이도도 높다. 따라서 제작의 효율성과 유연성 있는 수목제작을 위해 3D 수목 모델링 소프트웨어인 ‘Speedtree’ 소프트웨어를 사용하여 수목을 제작하였다. 또한 대상지에 실제 식재하고 있는 수목 및 관목 등 10가지 종류를 제작하여, 수목의 형태를 무작위(Randomize) 형태로 변형을 하여 공간에 배치하였다.



[그림 39] 3D MAX에서의 사람 모델링 확인 작업



[그림 40] 3D 사람 모델링 애니메이션 제작 www.mixamo.com

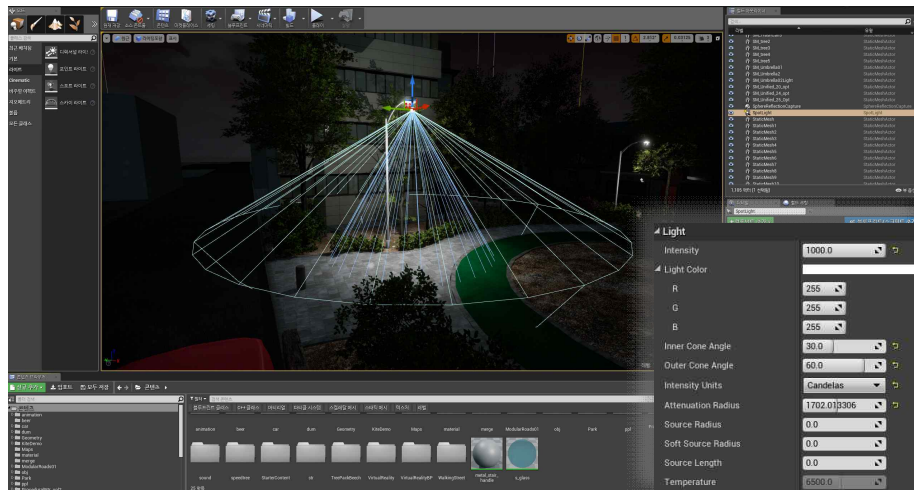
가상공간의 사람 오브젝트 배치에 있어 움직임이 없는 사람의 모델링은 VR 시뮬레이션에서의 몰입을 저하, 또는 이질감을 느끼게 하는 요인이기 때문에, 보다 현실감 있는 표현을 위해 사람들이 움직여야 한다고 판단하였다. 따라서 3D 모델링 판매 및 공유하는 커뮤니티 웹 사이트를 통해 성인남녀, 어린이,

노인 등의 3D 모델링 파일을 불러와 Adobe에서 제공하는 Mixamo (www.mixamo.com)라는 웹사이트를 통해 기존의 움직임이 없는 3D 사람 모델링에 애니메이션 모션을 입혀 시뮬레이션에 적용시켰다.

또한 사물 오브젝트들도 3D 모델링 사이트에서 다운로드 받아 활용하거나 구할 수 없는 오브젝트 등은 Rhino 3D 소프트웨어를 통해 제작하였다. 3D 모델링 파일들은 Unreal Engine에서 임포트를 위해 포맷을 fbx파일로 변경한다.

4. 라이트 및 사운드 제작

기본적으로 라이팅 작업은 오브젝트의 배치, 사운드의 적용, 배경 제작과는 다르게 상당히 전문적인 분야이며, 작업에 상당한 노하우가 필요하다. 본 연구에서는 Unreal Engine4에서 제공하는 기본 라이트의 설치와 조명 밝기 조절을 통해 최대한 실제 가로등의 밝기 및 범위와 일치하게 제작하였다.

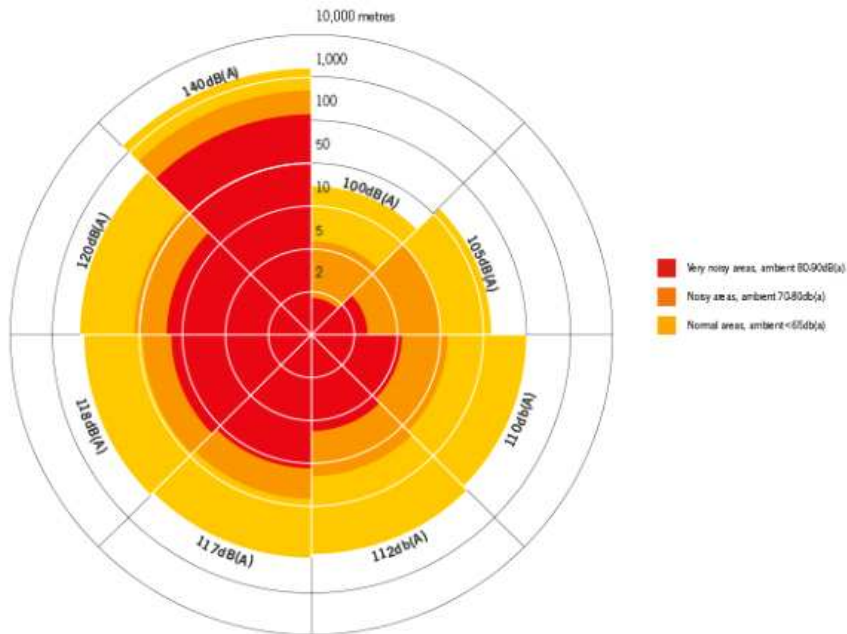


[그림 41] Unreal Engine4 라이트 작업 과정

대상지에 배치되어 있는 조명의 형태는 가로에 있는 가로등을 제외하고 모두 동일한 형태의 가로등이기에 공원 내 존재하는 모든 가로등 조명의 밝기는 동일한 값으로 통일했다. 라이트 효과는 스폿 라이트(Spot light)로 배치했으며,

다음 설정 값의 조절을 통해 구성했다.

[Intensity=빛의 강약조절], [Inner Cone Angle=라이트 영역 내부 원뿔 각도], [Outer Cone Angle=라이트 영역 외부 원뿔 각도], [Attenuation Radius=빛 감쇠 되는 영역 조절] 등 4가지 설정 값을 촬영 동영상 및 이미지와 비교하여 실제의 가로등의 밝기 및 범위와 가깝게 조정하였다.

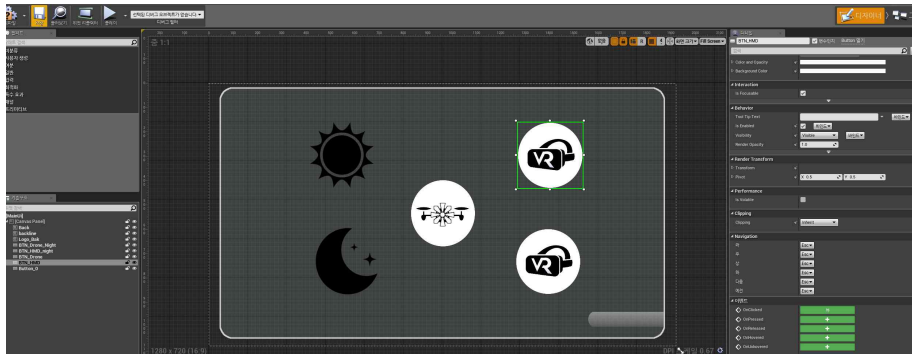


[그림 42] 거리에 따른 데시벨 음량의 청각 범위
<http://www.e2s.com/audiblesignals>

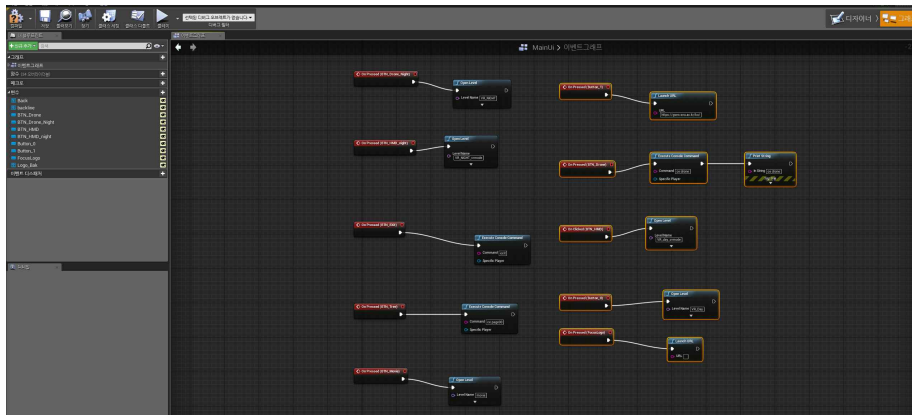
VR시뮬레이션에 적용되는 사운드는 실제 대상지에 가서 동일한 시간대의 사운드를 녹음하여 적용시켰으며, 노숙자 및 취객의 사운드는 별도로 제작하여 사용하였다. 사운드는 공원 배경음, 아이들 소리, 도로 차량소리, 노숙자 및 취객의 음성이고, 사운드도 마찬가지로 소리가 들리는 위치 및 반경값을 조절하여 설정해야한다. 사운드는 각각 공원 중심부, 도로, 사람들의 위치와 동일하게 설정해주었으며, 소리의 반경은 배경음 100m, 음성은 10m 반경으로 설정하였다.

5. 게임엔진을 활용한 VR 시뮬레이션 출력

Unreal Engine으로 가상공간의 제작과 오브젝트의 배치가 끝나면, HMD기기로 시뮬레이션을 재생시키기 위한 프로그래밍 작업이 필요하다. 본 연구에서는 HMD기기를 착용했을 때, 모션 핸드 컨트롤러의 트리거를 이용하여 모드가 변경되는 기본 UI를 제작하였다. UI 선택 창에는 낮과 밤의 시뮬레이션 재생, VR모드를 통해 각 낮과 밤 시나리오의 변경, 전체적인 공간을 확인할 수 있는 드론 모드를 제작하였다.



[그림 43] Unreal Engine 4 Main UI 제작과정



[그림 44] Unreal Engine 4 Main UI 내 블루프린트 작업

이후에 최종적으로 프로그램을 출력하여 Unreal Engine4 소프트웨어 없이 별도로 실행 가능한 패키징(Packaging) 작업을 하여 VR시뮬레이션 프로그램 제작을 완료하였다.

다음은 이후에 최종적으로 프로그램을 출력하여 Unreal Engine4 소프트웨어 없이 별도로 실행 가능한 패키징(Packaging) 작업을 하여 VR시뮬레이션 프로그램 제작을 완료하였다.



[그림 45] Unreal Engine 4 소프트웨어에서의 VR 시뮬레이션 배치과정 (주간)



[그림 46] Unreal Engine 4 소프트웨어에서의 VR 시뮬레이션 배치과정 (야간)

제4장: 모의실험 및 실험결과

1절: 모의 실험평가 및 설문조사

1. 실험평가 방법

본 논문에서는 서울대학교 환경대학원 환경조경학과 석사 연구생들을 대상으로 실험평가가 진행되었으며, 총 30명의 실험참여를 받아 진행되었다. 실험 참여자들은 조경 및 도시설계를 전공하고 있는 석사 연구생들로 선정하였다.

본 연구는 VR공간에서의 공간감 및 실재감의 확인과 공간별 심리 불안감을 측정해보는 연구이고, 이 연구의 목표는 CPTED 설계 검증을 위한 톨로서 VR기술의 적합성을 판단하는 연구이기에 일반인을 대상으로 설문평가보다 전문가 집단이 실험의 목적에 더 적합하다고 판단하였다. 또한 VR 시뮬레이션을 실행하기 위한 HMD기기 설치와 고성능의 데스크탑이 필요하기에 장소의 위치성도 고려되어야 했다.



[그림 47] 실험참여 과정

실험 참여자들은 사전설문을 작성한 후 대상지 파노라마 VR영상을 시청한 뒤, 모델링 VR 시뮬레이션을 참여하였다. 실험평가는 설문평가와 인터뷰 두 가지 방식으로 진행되었으며, 설문평가 항목으로는 실물감, 실제 환경 묘사정도, 몰입 실재감, 시뮬레이션 공간의 부자연스러움, 화면 선명도, 시각 피로도, HMD 사용시의 불편함 등 총 7가지 항목의 설문조사를 진행하였다. 이후 인터뷰 진행은 피험자들이 HMD기기를 착용, 화면에 보이는 공간의 불안정도 및 공간에서 보이는 기괴구역 및 불안요소를 설명하고, 실험 연구자가 HMD에서 출력되는 화면을 모니터로 동일하게 확인하면서, 화면캡처 및 도면 매핑을 통해 위험요소 및 불안구역을 표시하는 방식으로 진행하였다.

2. 실험평가 설문항목 설정

VR 공간 내 실재감 및 몰입도 평가를 위한 객관적인 설문조사 항목은 이혜진(2017)의 연구에서 사용한 문항을 기반으로 본 연구에 필요한 문항을 수정 및 추가하여 사용하였다. 설문항목은 리커드 척도(1=전혀 그렇지 않다, 5=매우 그렇다)를 이용하였다.

실물감(Materiality) 구성요인으로 ‘사물이 자연스럽게 보인다’, ‘사물이 자연스럽게 보인다’, ‘VR영상이 실제 환경 같다’, ‘VR영상 속 사물이 손에 잡힐 듯 느껴진다’ 등 총 4문항을 이용하였다.

실제환경 묘사정도(Degree of actual environment) 구성요인으로 ‘파노라마 영상 속 공간과 동일한 공간처럼 느껴진다’, ‘사물 및 수목 등이 파노라마 영상과 상당 수 일치한다고 느껴진다’, ‘VR공간(낮) 모습이 파노라마 영상 속 공간의 모습(낮)과 일치한다고 느껴진다’, ‘VR공간(낮) 모습이 파노라마 영상 속 공간의 모습(낮)과 일치한다고 느껴진다’ 등 총 4문항을 이용하였다.

몰입 실재감(Realistic Immersion) 구성요인으로 ‘VR영상을 보는 동안 화면이 현실에 존재하는 것 같이 느껴졌다’, ‘VR영상을 보는 동안 그 공간에

있는 것처럼 느껴졌다’, ‘VR영상을 보는 것이 가상공간을 보는 것 같이 느껴졌다’, ‘VR영상 속 사물, 사람 및 수목들이 실제처럼 느껴졌다’, ‘VR영상 속 사물이 앞에 있는 것처럼 느껴졌다’ 등 총 6문항을 이용하였다.

부자연스러움(Unnatrual) 구성요인으로 ‘VR영상 속 공간이 인위적으로 느껴졌다’, ‘VR영상 속 사물, 사람, 수목 등이 인위적으로 느껴졌다’, ‘VR영상이 부자연스럽다’ 등 총 3문항을 이용하였다.

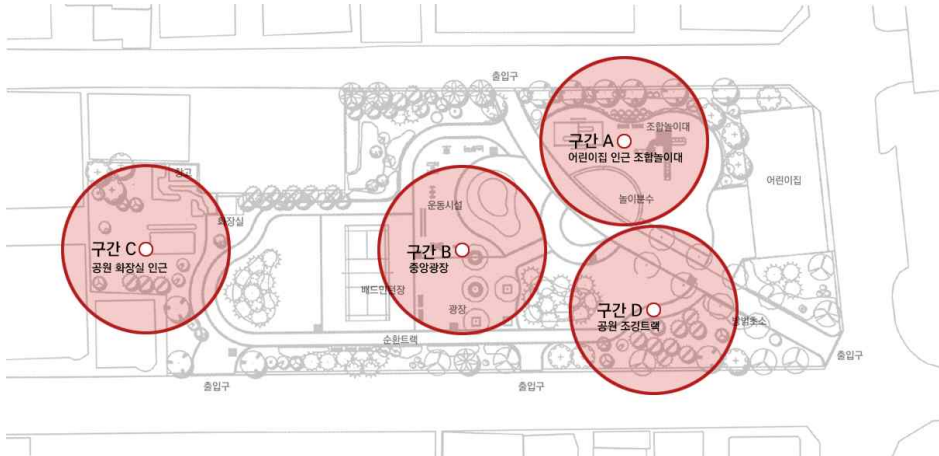
이외 추가적으로 실험평가에 있어 HMD기기의 디스플레이 성능에 따라 선명도의 차이가 있기 때문에 화질의 선명도 항목, HMD기기 착용으로 인한 시각적 피로도, 육체적 피로도를 측정하기 위한 항목도 추가하여 설문에 포함시켰다.

화질 선명도 구성요인으로 ‘VR영상이 뚜렷하게 보인다’, ‘VR영상 화면의 해상도가 높게 느껴진다’, ‘VR영상의 화질이 선명하게 보인다’ 등 3가지 문항을 이용하였다. 시각피로도 및 HMD기기 불편사항 항목으로는 ‘VR영상을 보는동안 어지러움(현기증)을 느꼈다’, ‘VR영상을 보는 동안 눈의 피로도가 높아졌다’, ‘VR영상을 보는 동안 두통이 느껴졌다’ ‘HMD기기 착용으로 목의 피로도를 느꼈다’, ‘HMD기기 착용 시 영사에 집중할 수 없었다’ 등 5가지 문항을 이용하였다.

VR시뮬레이션의 구간별 심리적 불안감의 정도를 측정하고, 매핑하기 위한 설문항목 중 공통항목으로, VR공간의 위험 또는 불안정도를 리커드 척도(1=전혀 불안하지 않다, 5=매우 불안하다)를 이용하였고, 인터뷰 항목으로 ‘화면에 보이는 공간에서 불안함 또는 위험함을 느끼는 공간은 무엇인가요’, ‘그렇다고 생각되는 공간이 어떠한 요소와 이유로 인해 그렇게 느끼게 됐나요’ 등 두 가지 인터뷰 항목으로 진행되었다. 이후 각 구간 별 시나리오에 따라 공원 이용객 감소에 따른 불안감 증가, 노숙자 및 취객으로 인한 불안감 증가, 공간의 사각지대 인지 가능 여부에 따른 항목도 추가하였다.

3. VR 시뮬레이션 공간 시나리오 설정

대상지 현장답사 및 인터뷰를 통해 설정한 8가지의 공간 중 4가지를 다시 선정하여 실험평가에 사용할 지점으로 지정하였다. 구간별 시간에 맞는 공간 시나리오를 제작하여 각 VR공간에 배치하였다. 다음은 공간 이미지 및 공간별 조건 및 특징이다.



[그림 48] VR시뮬레이션 구간

■ 구간 A : 어린이집 인근 조합놀이대

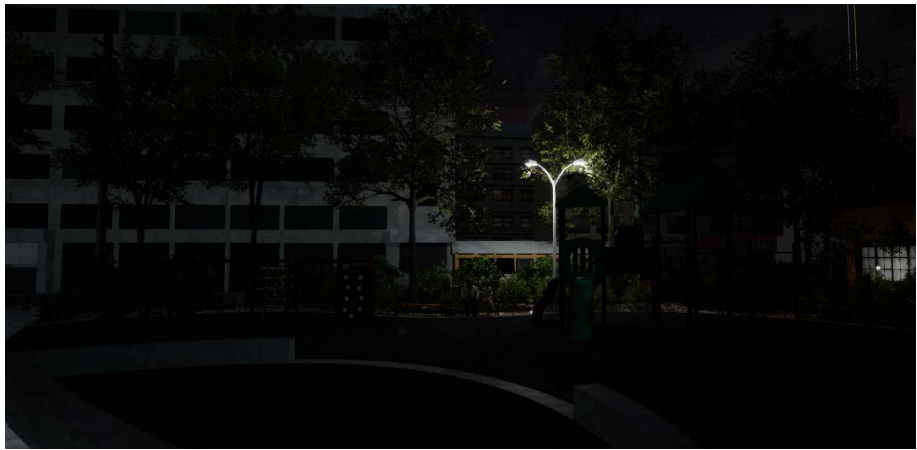
어린이집 인근 조합놀이대는 낮에는 다수의 학부모 및 어린이들이 이용하는 공간이며, 밤이 되면 공원 이용객이 대부분 줄어드는 공간이다.



[그림 49] 구간 A 시뮬레이션 구간



[그림 50] 구간 A 시뮬레이션 VR화면 (주간)



[그림 51] 구간 A 시뮬레이션 VR화면 (야간)

■ 구간 B : 중앙광장

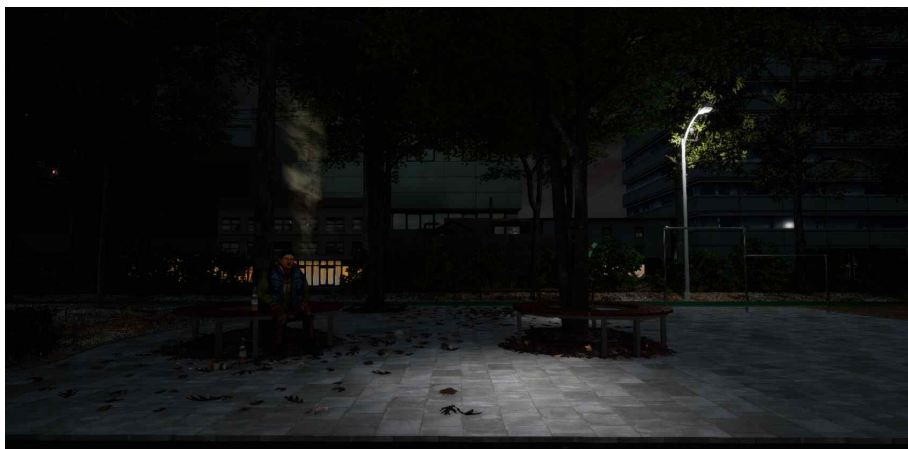


[그림 52] 구간 B 시뮬레이션

중앙광장은 노숙자 및 취객이 가장 많이 출몰하는 지역으로서, 낮에는 많은 수의 인원이 공원을 이용하고, 또한 이용객들이 취객 및 노숙자를 신고하여 그 인원이 적다. 하지만 밤이 되면 공원 이용객 감소와 함께 취객 및 노숙자들이 흡연 및 음주를 하는 공간으로 변한다.



[그림 53] 구간 B 시뮬레이션 VR화면 (주간)



[그림 54] 구간 B 시뮬레이션 VR화면 (야간)

■ 구간 C : 공원 화장실 인근 구역



[그림 55] 구간 C 시뮬레이션

공원 화장실 인근은 조합놀이대 및 어린이집과 가장 멀리 떨어져있는 구역이며, 주변 공장 건물 및 다가구 주택으로 둘러 쌓여있는 위요된 공간이다. 가로등이 1개밖에 없기 때문에 가장 어두운 공간이기도 하다.



[그림 56] 구간 C 시물레이션 VR화면 (주간)



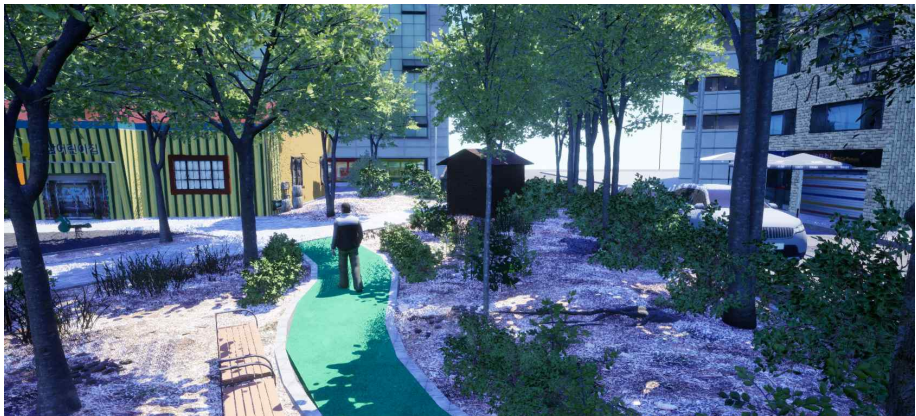
[그림 57] 구간 C 시물레이션 VR화면 (야간)

■ 구간 D : 공원 조깅 트랙

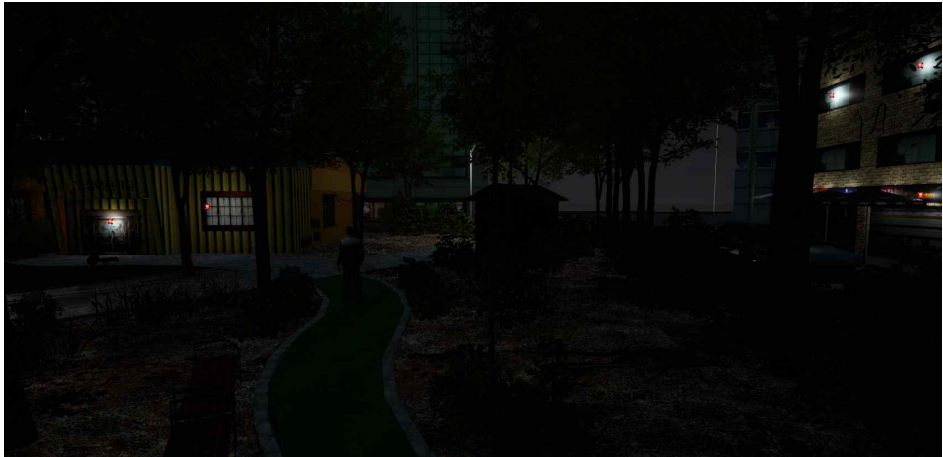


[그림 58] 구간 D 시뮬레이션

공원 조깅 트랙구간으로 밤에 주변 가로 및 관목과 수목들로 인해 시야확보가 어려운 구간으로 야간에는 공원 이용객들의 이용이 거의 없는 공간이다. 또한 비어있는 감시초소로 인해 이용객들에게 불안감을 가중시키는 요소로 작용하고 있다.



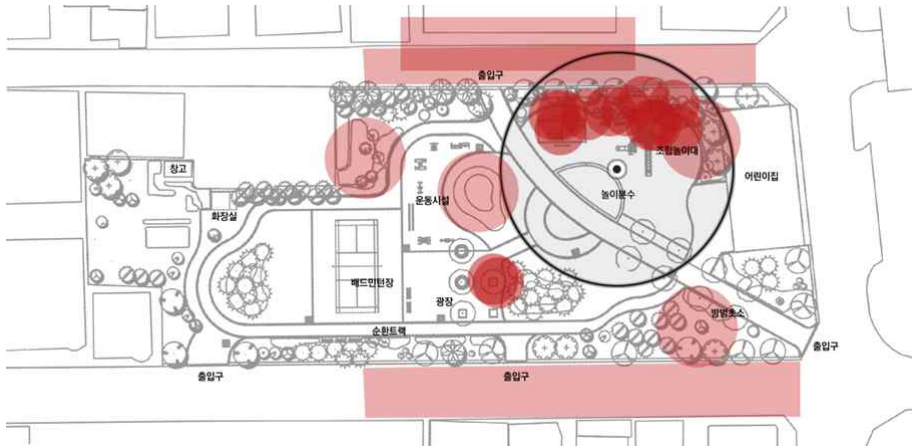
[그림 59] 구간 D 시뮬레이션 VR화면 (주간)



[그림 60] 구간 D 시뮬레이션 VR화면 (야간)

2절: 시나리오 공간별 심리적 불안감 분석 결과

■ 구간 A : 어린이집 인근 조합놀이대



[그림 61] 구간 A 불안 공간

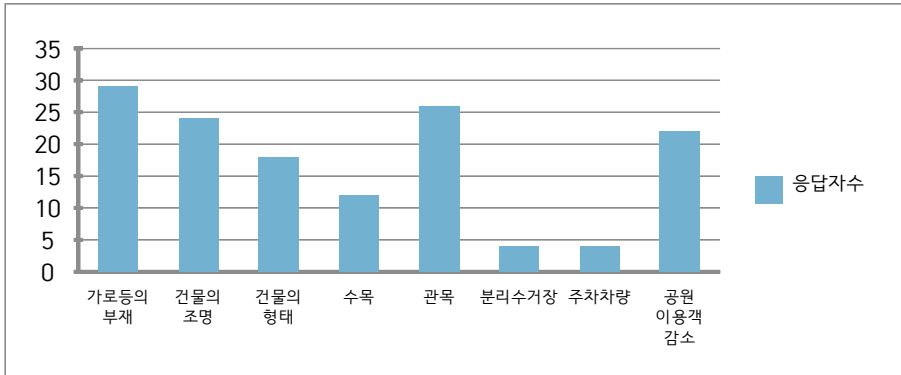
실험은 HMD기기를 착용한 상태로 진행되었고, 이를 VR 파노라마 이미지로 표시하기에는 공간형태가 왜곡되어 나오므로 연구자는 모니터로 출력되는 화면을 스크린 캡처 방식을 통해 공간의 불안요소를 확인하였다.



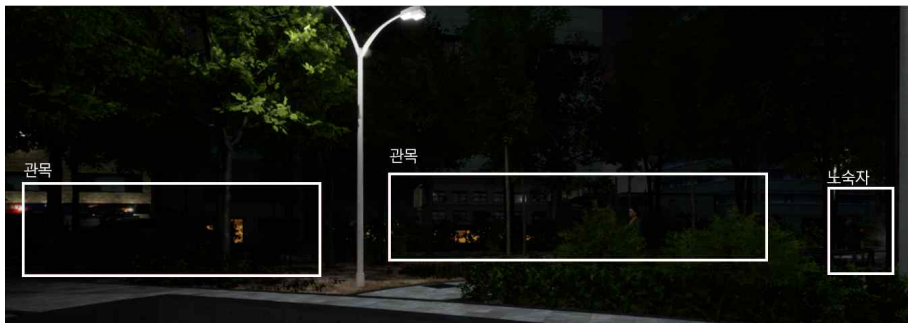
[그림 62] 구간 A VR화면 (공원 인접 북측 가로 및 어린이집 인근 조합놀이대)

[표10] 구간A 인터뷰 결과표 1

불안 공간					
1. 공원 인접 북측 가로 및 어린이집 인근 조합놀이대					응답자수 : 29/30
불안 요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	29	2) 건물의 조명	24	3) 건물의 형태	18
4) 수목	12	5) 관목	26	6) 쓰레기 분리수거장	4
7) 주차차량	4	8) 공원 이용객 감소	22	7) 바닥포장	8



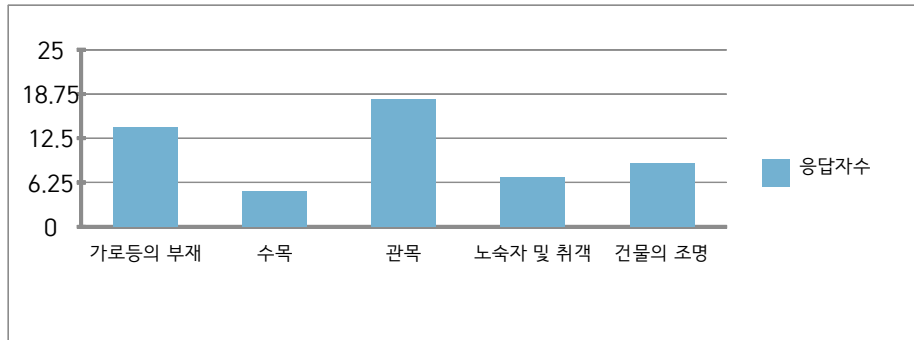
[그림 63] 구간 A-1 인터뷰 결과 그래프



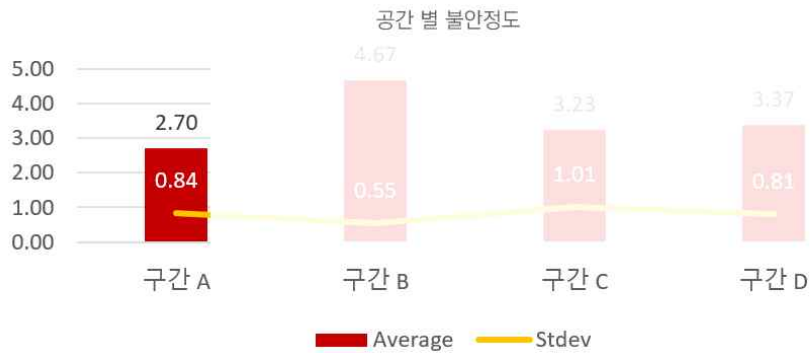
[그림 64] 구간 A VR화면 (공원 인접 남측 가로)

[표11] 구간A 인터뷰 결과표 2

불안 및 위험공간					
2. 공원 인접 남측 가로 및 어린이집 인근 조합놀이대					응답자수 : 14/30
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	14	2) 수목	5	3) 관목(경계식재)	18
4) 노숙자 및 취객	7	5) 건물의 조명	9		



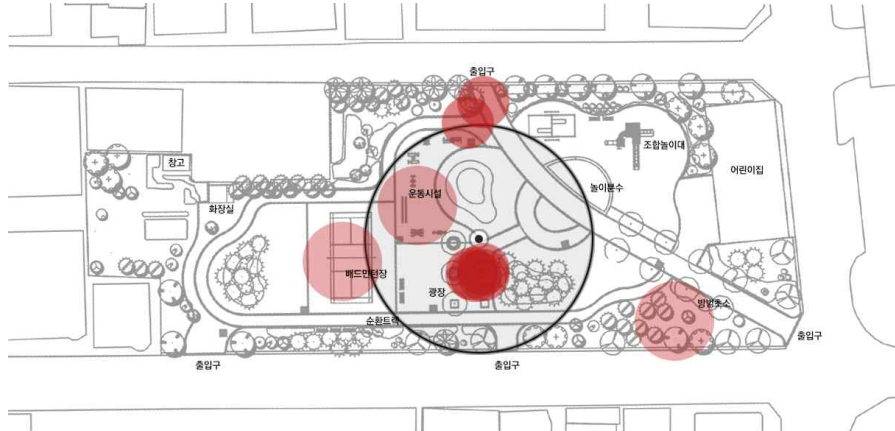
[그림 65] 구간 A-2 인터뷰 결과 그래프



[그림 66] 구간 A 공간 불안정도 그래프

불안정도는 리커트 척도 5단계(매우 불안하다 1점, 안전하다 5점)로 실시되었으며, A 구간에서의 불안정도는 평균값 2.70로 나타났으며, 공원 인접 북측 가로와 어린이집 인근 조합놀이대 구역에서 불안요소로 가로등의 부재, 차폐 식재가 된 관목, 가로에 위치한 건물의 조명, 공원이용객 감소, 건물의 형태 순으로 불안하다고 응답하였다.

■ 구간 B : 중앙광장



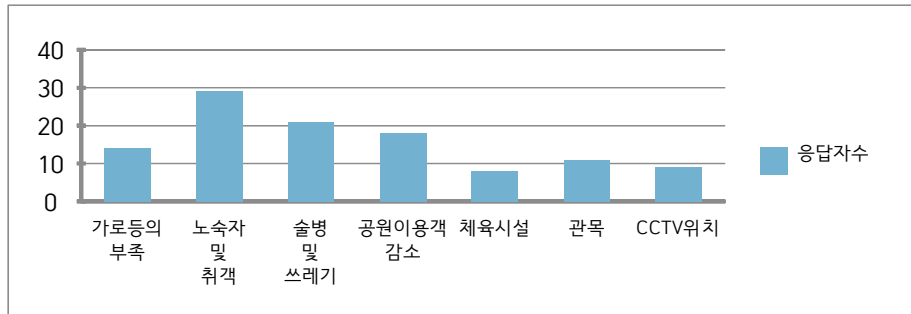
[그림 67] 구간 B 불안 공간



[그림 68] 구간 B VR화면 (중앙광장 수목 원형 벤치 인근)

[표12] 구간B 인터뷰 결과표 1

불안 및 위험공간					
1. 중앙광장 수목 원형 벤치				응답자수 : 30/30	
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	14	2) 노숙자 및 취객	29	3) 술병 및 쓰레기	21
4) 공원이용객 감소	21	5) 체육시설	8	6) 관목(경계식재)	11
7) CCTV의 위치	9				



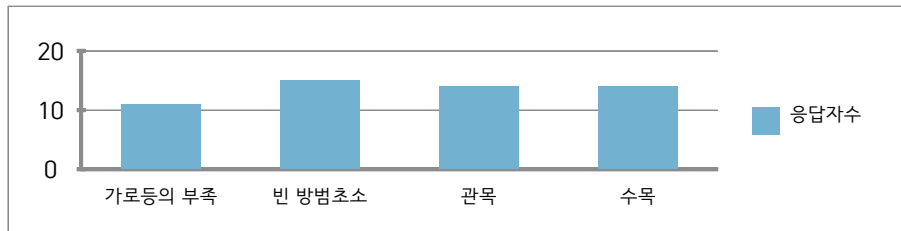
[그림 69] 구간 B-1 인터뷰 결과 그래프



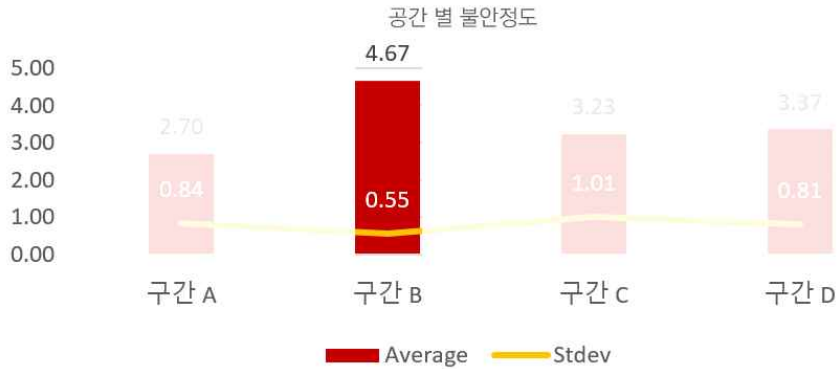
[그림 70] 구간 B VR화면 (어린이집 방향 동쪽 출입구)

[표13] 구간B 인터뷰 결과표 2

불안 및 위험공간					
2. 어린이집 방향 동쪽 공원 출입구					응답자수 : 15/30
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	11	2) 빈 방법초소	15	3) 관목(경계식재)	14
4) 수목(가로등 빛 차단)	14				

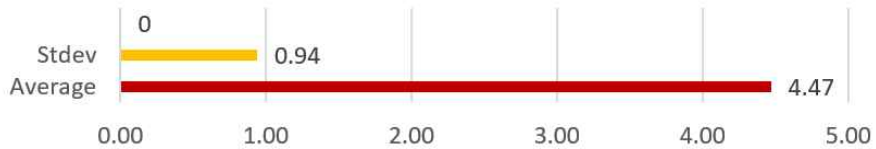


[그림 71] 구간 B-2 인터뷰 결과 그래프



[그림 72] 구간 B 공간 불안정도 그래프

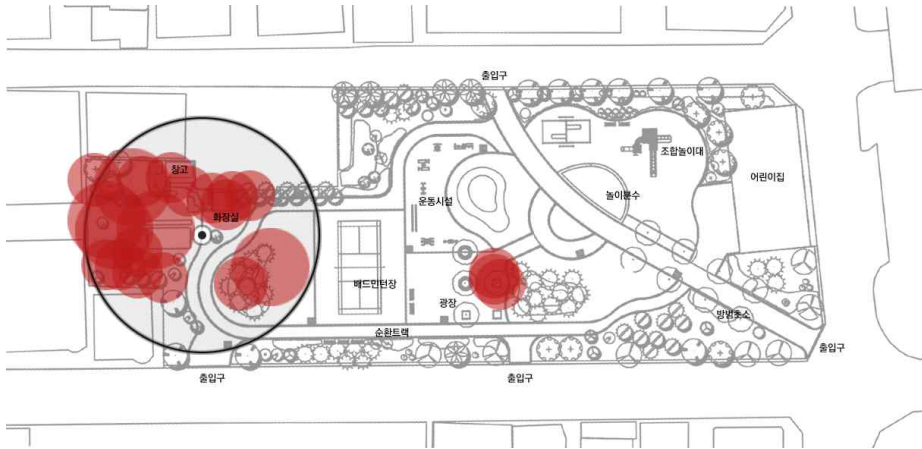
- VR공간 속 취객 및 노숙자가 실제와 같은 불안요소 및 위협이라고 생각되십니까?



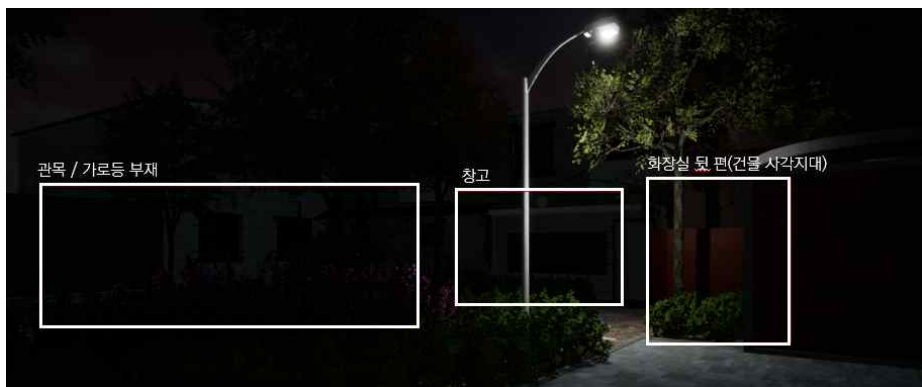
[그림 73] 구간 B 추가설문 응답 그래프

B구간에서의 불안정도는 평균값 4.67로 다른 구간에 비해 높게 나타났다. 이에 대한 불안요소로 노숙자 및 취객이 30명 중 29명으로 가장 높았으며, 술병 및 쓰레기와 주변 공원 이용객의 부재를 들었다. 추가적인 설문 질문으로 가상공간의 노숙자와 취객이 실제와 같은 불안요소로 느껴지는지에 대한 결과로 평균값 4.47로 응답하였다.

■ 구간 C : 공원 화장실 인근 구역



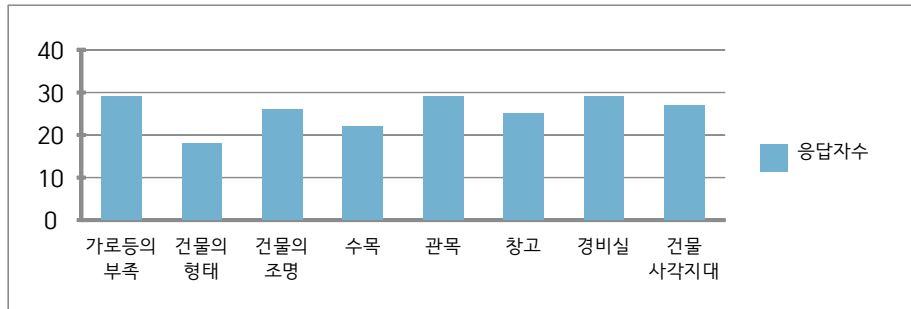
[그림 74] 구간 C 불안 공간



[그림 75] 구간 C VR화면 (건물 위요공간)

[표14] 구간C 인터뷰 결과표 1

불안 및 위험공간					
1. 건물 위요공간			응답자수 : 29/30		
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	29	2) 건물의 형태	18	3) 건물의 조명	26
4) 수목	22	5) 관목(시야방해)	29	6) 창고	25
7) 빈 경비실	29	8) 가건물사이 사각지대	27		



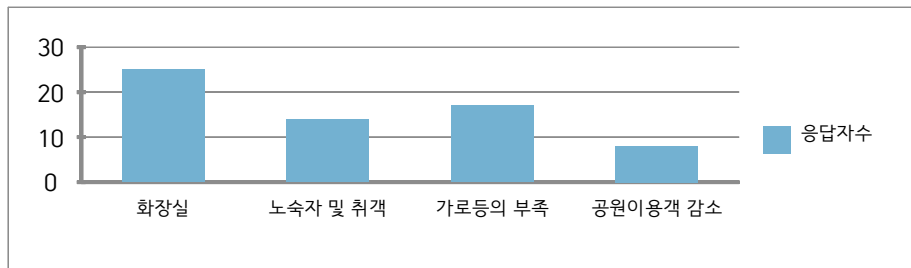
[그림 76] 구간 C-1 인터뷰 결과 그래프



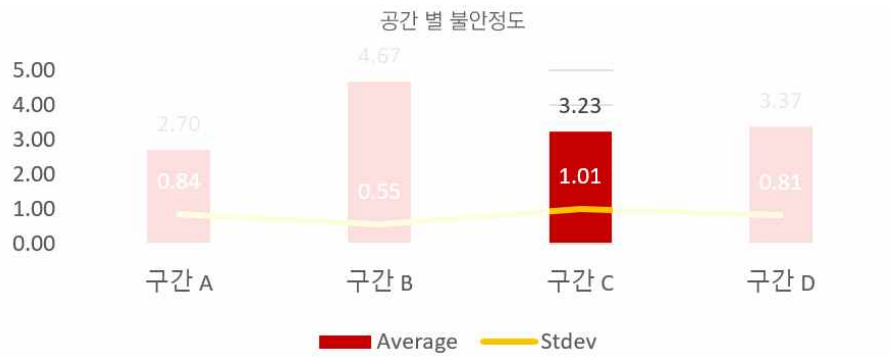
[그림 77] 구간 C VR화면 (중앙광장 방향)

[표15] 구간C 인터뷰 결과표 2

불안 및 위험공간					
1. 중앙광장 방향				응답자수 : 25/30	
불안 및 위험요소					
1) 화장실	25	2) 멀리서 보이는 노숙자	18	3) 가로등의 부족	14
4) 공원이용객 감소	8				



[그림 78] 구간 C-2 인터뷰 결과 그래프



[그림 79] 구간 C 공간 불안정도 그래프

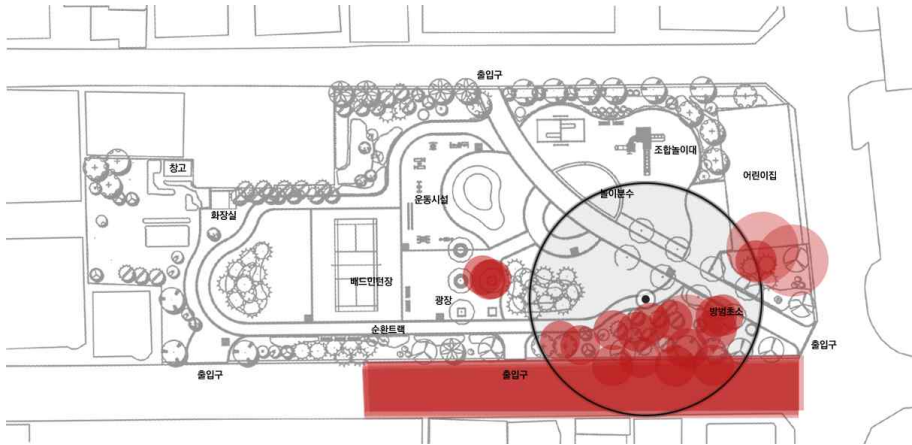
- 건축물, 시설 등의 밀폐 및 차폐로 인한 공간의 사각지대를 관찰할 수 있습니까?



[그림 80] 구간 C 추가설문 응답 그래프

구간 C의 공간 불안정도의 평균값은 3.23이고, 30명 중 29명의 응답자가 가로등의 부족과 경비실, 관목, 창고, 화장실 등 시설물로 인한 사각지대 발생에 따른 불안요소로 응답하였다. 두 번째 공간에서는 멀리 보이는 노숙자와 취객에 따른 불안요소가 있었다. 추가적인 설문응답으로 건축물에 따른 사각지대의 관찰은 평균값 4.5로 나타났다.

■ 구간 D : 공원 조깅 트랙



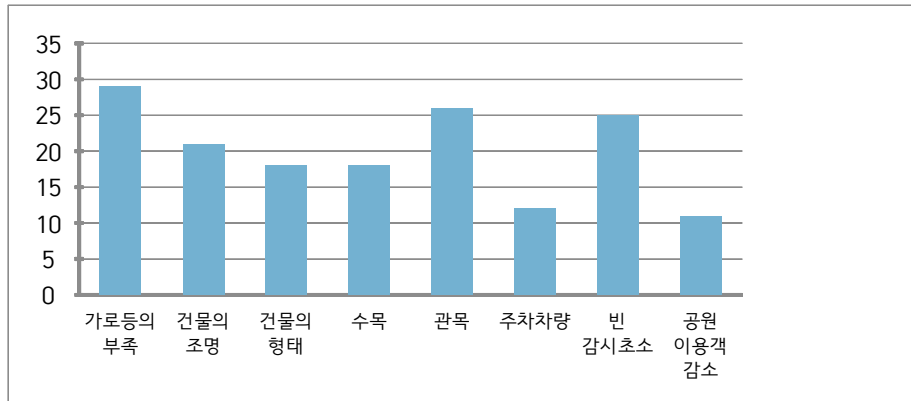
[그림 81] 구간 D 불안 공간



[그림 82] 구간 D VR화면 (공원 인접 남측 가로 및 어린이집)

[표16] 구간D 인터뷰 결과표 1

불안 및 위험공간					
1. 공원 인접 남측 가로 및 어린이집 방향				응답자수 : 29/30	
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	29	2) 건물의 조명	21	3) 건물의 형태	18
4) 수목	18	5) 관목 (차폐식재)	26	6) 주차차량	12
7) 빈 감시초소	25	8) 공원 이용객 감소	11		



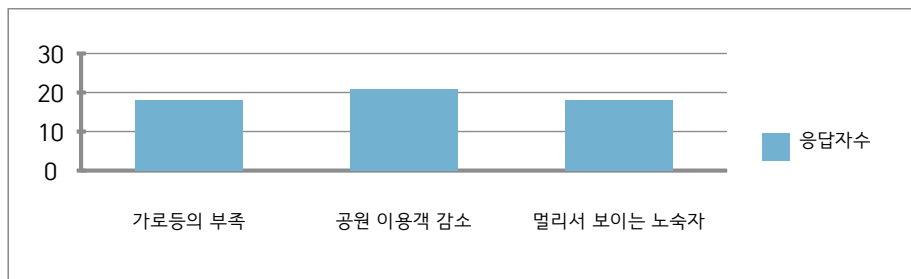
[그림 83] 구간 D-1 인터뷰 결과 그래프



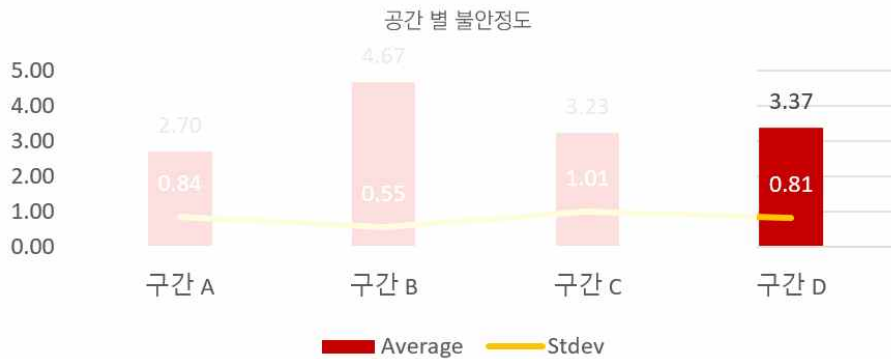
[그림 84] 구간 D VR화면 (중앙광장 방향)

[표17] 구간D 인터뷰 결과표 2

불안 및 위험공간					
2. 중앙광장 방향				응답자수 : 21/30	
불안 및 위험요소					
1) 가로등의 부족 (어두움)	18	2) 공원 이용객 감소	21	3) 멀리서 보이는 노숙자	18



[그림 85] 구간 D-2 인터뷰 결과 그래프



[그림 86] 구간 D 공간 불안정도 그래프

- 수목(관목) 등의 차폐로 인해 공간의 사각지대를 관찰할 수 있습니까?



[그림 87] 구간 D 추가설문 응답 그래프

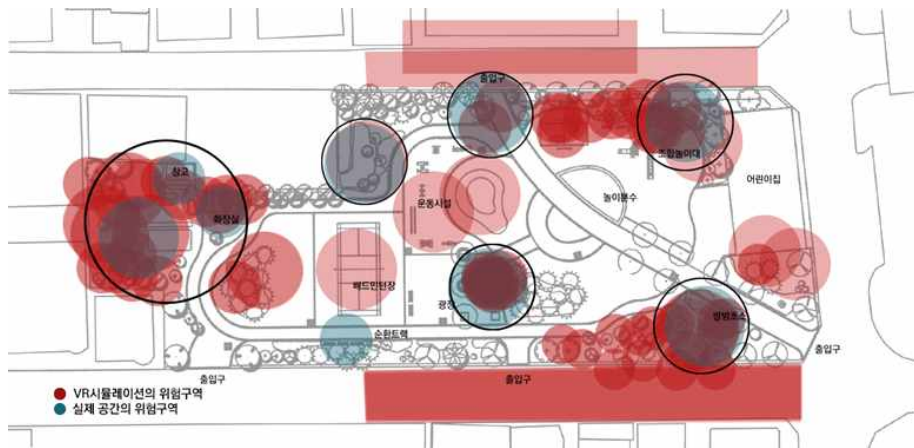
■ 소결

피험자들이 느낀 불안감은 그 공간 주변뿐만 아니라 거리에 따라 멀리서 보이는 위험요소에도 불안감을 느끼는 것으로 확인하였다. 노숙자 및 취객이 가장 큰 불안요인이었으며, 이 노숙자와 취객의 거리에 따라 불안함을 느끼는 정도의 차이를 보였다. 또한 취객 및 노숙자가 있어도 피험자의 주변에 있는 공원이용객이 유무에 따라 불안감이 달라졌으며, 특히 여성 피험자의 경우 공원 중앙의 여성 이용객의 존재에 따라 불안감이 감소하는 영향도 있었다.

이러한 인적요소는 공원의 CPTED 평가에 있어 중요하게 고려되어야 할 평가항목이라고 판단되지만, 아직까지 자연적 감시항목 중 일부를 제외하고는

평가항목에 포함되어 있지 않다.

심리적 불안감을 느끼는 것 외에 건물, 수목, 사물과 같은 물리적 요소와 가로등 광원의 반경 등 환경적 요소에 의한 사각지대와 시야의 차단에 의한 불안감 또한 주된 불안요소였다. 이는 물리적, 환경적 요소들로 인한 사각지대를 가상공간에서 인지할 수 있다는 결과로 도출되며, 이러한 관찰이 가능하다는 것은 VR기술을 활용한 CPTED 시뮬레이션이 충분히 활용가능하다고 생각된다.

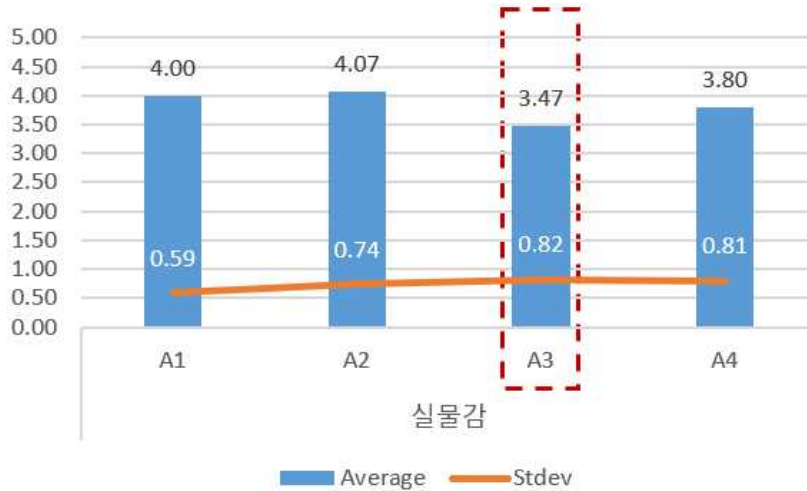


[그림 88] 실공간과 가상공간 불안구간 비교

실공간과 가상공간의 불안 공간을 비교하였을 때 피험자들이 응답한 가상공간의 불안 및 위험구간이 공원 이용객들이 응답한 실공간의 불안구간과 대다수 일치한 것을 확인하였다. 또한 가상공간 제작에 있어, 공원 주변의 가로조성에 대한 부분은 상세하게 다루지 않았지만, 가장 불일치하는 부분이 가로로 나타났다. 이는 가로 내 존재하는 건물의 조명, 건물의 형태, 가로등, 가로에 주차된 차량 사이의 사각지대 등 대상지 외부의 주변 환경에 따라 심리적 불안감도 받기 때문에 주변 환경 또한 일치하게 조성하는 것 또한 가상공간의 환경 조성에 있어 중요조건이라고 할 수 있겠다.

3절: 실재감 및 몰입도 설문조사 결과

설문조사는 리커트 척도 5단계로 매우그렇지 않다가 1점 매우 그렇다가 5점으로 진행하였다. 설문 평가 결과는 평균값과 표준편차 값을 통해 분석하였다.



A1	사물이 자연스럽게 보인다.
A2	VR 영상이 생동감 있다.
A3	VR 영상이 실제 환경 같다.
A3	VR 영상 속 사물이 손에 잡힐 듯 느껴졌다.

[그림 89] 실물감 항목 설문조사 결과 그래프

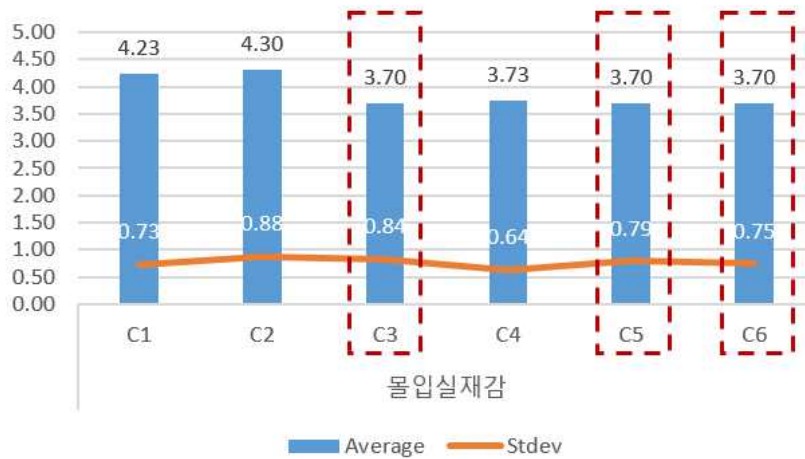
실재감 및 몰입도 설문조사 분석으로 첫째, 실물감 항목분석으로 전반적으로 보통 이상의 긍정적인 결과가 나왔지만, VR영상이 실제 환경 같다는 응답의 평균값이 3.47로 나머지 3개의 항목에 비해 낮게 나왔다.



B1	파노라마 영상 속 공간과 동일한 공간처럼 느껴졌다.
B2	사물 및 수목 등이 파노라마 영상과 상당 수 일치한다고 느껴진다.
B3	VR공간(낮)의 모습이 파노라마 영상 속 낮의 모습과 일치한다고 느껴진다.
B4	VR공간(밤)의 모습이 파노라마 영상 속 밤의 모습과 일치한다고 느껴진다.

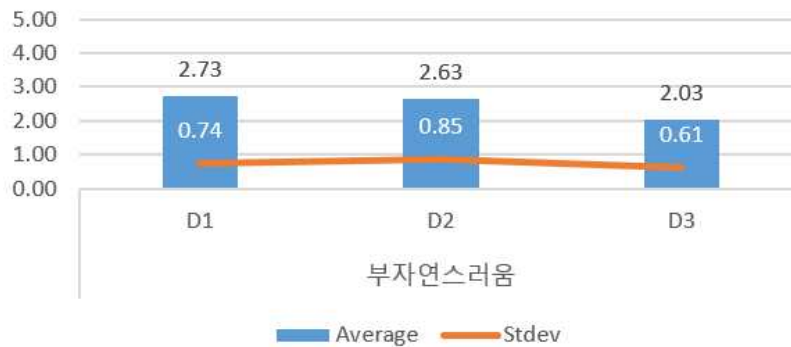
[그림 90] 실제 환경 묘사정도 항목 설문조사 결과 그래프

실제 환경 묘사 정도의 분석은 실제 파노라마 영상 속 공간과 상당 수 일치 하지만, 주야간 동일정도의 차이는 주간이 평균값 3.27로 야간 3.87보다 낮게 응답하였다.



C1	VR영상을 보는 동안 그 공간에 있는 것처럼 느껴졌다.
C2	VR영상을 보는 동안 사물이 앞에 있는 것처럼 느껴졌다.
C3	VR영상 속 사물, 사람 및 수목들이 실제처럼 느껴졌다.
C4	VR영상을 보는 동안 마치 내가 실제 공간에 있는 것처럼 느껴졌다.
C5	VR영상을 보는 동안 화면이 현실에 존재하는 것 같이 느껴졌다.
C6	VR영상을 보는 것이 가상공간을 보는 것 같이 느껴졌다.

[그림 91] 물입 실재감 항목 설문조사 결과 그래프



D1	VR영상 속 공간이 인위적으로 느껴졌다.
D2	VR영상 속 사물, 사람, 수목 등이 인위적으로 느껴졌다.
D3	VR영상이 부자연스럽다.

[그림 92] 부자연스러움 설문조사 결과 그래프

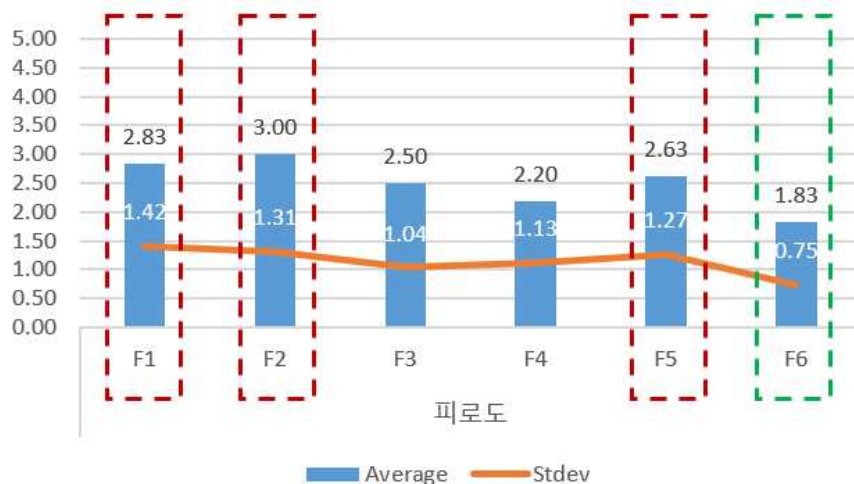
몰입실재감 항목결과로 사람 및 사물의 실재감, VR공간의 현실성 C5, C6 항목은 평균값 3.70으로 나타났으며, 부자연스러움 항목의 영상의 부자연스러움은 2.03의 평균값을 보였다.



E1	VR 영상이 뚜렷하게 보인다.
E2	VR 영상 화면의 해상도가 높다.
E3	VR 영상의 화질이 선명하다.

[그림 93] 화질선명도 설문조사 결과 그래프

화질 선명도 항목결과로 E3 화질의 선명함의 정도는 평균값 2.83으로 다른 평균값보다 낮은값을 보였다.



F1	VR 영상을 보는 동안 어지러움(현기증)을 느꼈다.
F2	VR 영상을 보는 동안 눈의 피로도가 높아졌다.
F3	VR 영상을 보는 동안 시각적인 불편함을 느꼈다.
F4	VR 영상을 보는 동안 두통이 느껴졌다.
F5	HMD기기 착용 시 목의 피로도를 느꼈다.
F6	HMD기기 착용 시 VR영상에 집중할 수 없었다.

[그림 94] 피로도 설문조사 결과 그래프

피로도 항목에서는 각각 높은 편차로 피험자들 마다 다른 응답을 나타냈으며, F6항목의 영상 집중도는 대다수의 응답자들이 평균값 1.83의 낮은 결과값을 보였다.

■ 소결

몰입 및 실재감의 설문조사의 해석으로, 실물감은 평균 약 4.00으로 긍정적인 응답이 높게 나타났지만, 실제 환경이라고 느끼는 정도는 전체 평균값보다 낮은 값을 나타냈다. 이는 피험자들이 가상공간에서 공간감과 사물인지는 가능하지만, 실제공간이라고 생각하기에는 다소 부족한 부분이 있었기 때문에 이를 확인하기 위한 후속연구가 필요하다고 판단된다.

그리고 실제 대상지와 동일 정도는 주야간에 따른 차이를 보였고, 야간이 주간보다 동일하다고 나타났기에, 이는 오브젝트 텍스처의 채도 및 질감, 빛

반사 정도에 따라 차이를 보이는 것으로 해석이 가능하다. 하지만 범죄예방환경설계(CPTED) 시뮬레이션에 있어 야간의 범죄안전이 더 취약하고, 더 많이 발생하기에 야간공간의 동일정도가 높은 것은 오히려 장점이 될 수 있다.

몰입 실재감 및 부자연스러움 항목에서는 수목, 사물, 사람에 대한 실재감과 부자연스러움이 평균보다 낮은 수치를 보였지만, 오브젝트의 실재감은 모델링의 매핑과 제작과정에서 품질을 높일 수 있기에 충분히 극복 가능한 요인이라고 할 수 있다. 또한 기기 착용에 따른 영상의 집중도는 감소하지 않았지만, 시각적 피로도 및 멀미 등은 있었기 때문에, 현재 개발 및 상용화된 VR 기기로는 장시간 착용 및 이용은 힘들 것으로 예상된다. 하지만 현재 계속되어 VR기기가 발전 및 개발되어지고 있기에 하드웨어는 제한요소라고 판단되지 않는다.

제5장: 결론

1절: 활용가능성 및 한계점

본 연구는 실제 도시근린공원을 대상으로 동일한 가상공간을 구축하여 몰입형 VR시뮬레이션을 제작하였으며, 실험평가를 실시하여 어떤 요소들이 공간의 불안요소로 작용하며, 가상공간에서도 심리적 불안감을 느낄 수 있는 지를 검증하고자 하였다.

첫째, 기존의 사진 평가방식에 비해 직접적으로 공간에 들어가 유사체험을 할 수 있어 보다 구체적으로 공간 내 설계오류 및 문제점을 파악하기 쉽다. 또한 본 시뮬레이션 제작단계에서 구현하지 못했지만 게임엔진의 프로그래밍을 활용하면 현재 CPTED 체크리스트에서 제시하고 있는 수치 등을 공간에서 확인할 수 있게 제작할 수 있어, 체크리스트 검토 또한 가능할 것이다.

둘째, 설계에 있어, 수목, 시설 등 물리적 요소의 종류, 높이, 넓이, 재료 등을 실시간으로 조절 및 변경이 가능하다. 이를 통해 공간에서 발생하는 사각지대를 최소화할 수 있는 설계안을 제시하는데 보다 효율적일 것이며, 사람의 시선을 통해 보다 직접적인 검토 및 설계가 이루어질 수 있다. 실험결과를 통해 CPTED 시뮬레이션에 필요한 공간에서의 물리적 요소의 배치, 형태의 변경과 같은 설계적 측면에서의 활용성은 실공간과 가상공간이 동일하진 않더라도 충분한 설계 검토가 가능하다고 판단한다. 더하여 기존의 CPTED 평가가 전문가 평가로만 이루어졌다면, VR 시뮬레이션을 활용하였을 시, 전문가와 일반시민 참여가 가능하다.

마지막으로 가상공간에서 다양한 시뮬레이션이 적용 가능하다. 공원은 실내공간이 아닌 야외이기 때문에 날씨, 시간, 계절에 따른 영향을 받으며, 평가에 있어 이러한 상황이 충분히 고려되어야 한다. 또한 취객 및 노숙자는 공원에 언제 등장하는지 알 수가 없기에, 실제 대상지 현장 평가에 있어 고려되지 못

할 가능성이 높지만 가상공간에서는 공원 이용객 및 노숙자 등 유동적 요소의 수, 위치, 행태를 변경 및 조절이 가능하다. 이러한 이유에 근거하여, CPTED 설계에 있어 VR 시뮬레이션은 다각적인 검토 및 검증이 가능할 것이라고 예상한다.

한계점으로 가상현실에서 실물감 및 몰입 실재감은 현재 가상현실 디바이스로 충분한 몰입과 실재감을 느끼는 것이 가능하다는 결과가 나왔지만, 실제 공간과 같은 인식을 위해 매핑 재질의 품질과 라이트의 정확한 계산 등 전문적인 소프트웨어를 구사하는 기술이 요구됩니다. 피험자들의 심리적 불안감을 측정하는 것 외에 실질적인 전문가의 VR시뮬레이션을 통한 CPTED 평가 항목에 따른 검토가 진행되어, 실질적으로 CPTED 평가 도구로서의 활용이 입증되어야 한다. 또한 본 연구에서 피험자들을 대상으로 VR 시뮬레이션의 몰입 실재감과 심리적 불안감 알아보고자 실험평가를 실시하였지만, 보다 구체적인 설문조사 방식과 검증된 방법을 통해 분석하지 못했기에 추후 연구를 통해 보다 더 정확한 분석이 요구된다.

본 연구는 게임엔진 중 Unreal Engine4를 활용하여 VR 시뮬레이션을 제작하였고, 이를 CPTED 설계 검증 측면에서 활용성을 입증하고자 하였다. 하지만 VR기술을 활용한 CPTED설계의 검토 외에도 조경설계에서도 그 활용성이 매우 높다고 생각되었기에 후속 연구를 통해 설계 툴로서의 활용성을 알아보는 것 또한 VR기술을 조경 및 건축 등 공간설계분야에서 중요한 연구 과제라고 판단한다.

참고문헌

■ : 국내문헌

1) 단행본

- 신 기요시 지음, 한진아 옮김 (2016). VR 비즈니스, 한국경제신문 출판

2) 연구논문

- 강용길. (2011). 도시공원의 안전성 평가에 관한 연구. 한국셉테드학회지, 2, 1-17.
- 강용길, & 박경래. (2011). 공원의 CPTED 실행전략에 관한 연구. 경찰학연구, 11(4), 3-32.
- 강석진, & 박미량. (2013). CPTED관점에서 안전한 공원 조성방안 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 29(3), 125-134.
- 강승영, 안수미, & 손광호. (2014). 안전한 주거환경 조선을 위한 범죄예방 환경디자인 제안. 한국실내디자인학회 논문집, 23(6), 150-159.
- 권지훈, 김태영, & 이경훈. (2017). 도시 가로에서 노상 범죄 상황의 시뮬레이션에 관한 연구.
- 김두운, 변재상, & 임승빈. (2008). 동적 시뮬레이션에 의한 도시가로경관 관리지표의 허용범위 연구: 건축물 형태 및 배치를 중심으로. 한국조경학회지, 35(6), 74-83.
- 김수균. (2017). 가상현실 플랫폼 및 응용 분야 동향. 한국콘텐츠학회지, 15(4), 14-17.
- 김수봉, 허진혁, & 엄정희. (2014). 도시공원의 물리적 환경개선을 위한 CPTED 이론 적용에 관한 연구-대구시 달서구 어린이공원을 대상으로. 인간식물환경학회지, 17(3), 195-202.
- 김아람, 정성원, & 전한중. (2014). 아동성범죄 발생지의 3D 시뮬레이션을 이용한 물리적 환경 개선양상에 따른 범죄예방 효과분석. 한국주거학회논문집, 25(1), 23-32.
- 김영선, & 최진원. (2004). 이미지기반 가상현실과 모델링기반 가상현실에 관한 특성 비교연구.
- 김지영. (2004). 환경디자인에 적용될 가상현실(VR) 시스템의 구축 방법에 대한 연구. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 5(1), 12-21.
- 김지혜, 이명훈, & 전병혜. (2009). 가로경관의 이미지 평가구조 분석에 관한 연구. 국토계획, 44(1), 273-286.

- 김충식. (2017). 3D 시각노출도를 이용한 문화재 범죄예방환경의 평가. 한국전통조경학회지, 35(1), 68-82.
- 김태현. (2003). 이미지기반 가상현실과 모델링기반 가상현실에 관한 비교연구. 커뮤니케이션 디자인학연구, 13(0), 15-26.
- 나준흠, & 최유중. (2017). 도시재생을 통한 범죄예방 환경설계(CPTED) 사례 분석 연구.
- 남궁윤재, & 황성걸. (2017). 범죄예방 디자인 연구 동향 분석. 한국디자인문화학회지, 23(1), 185-194.
- 문지원, 최동식, & 김상희. (2012). 가로경관 평가를 통한 근대 역사·문화거리 조성 방안 에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 28(1), 109-120.
- 민병호, & 최윤경. (1998). 범죄예방을 위한 건축시뮬레이션 실험연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 14(5), 13-22.
- 박광현. (2017). 환경설계를 통한 범죄예방 및 개선방안. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 18(4), 733-738.
- 박성철. (2011). 범죄예방 환경설계(CPTED)를 위한 학교 공간 우선순위. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 27(1), 73-80.
- 박성철, & 김진욱. (2011). 학교 범죄예방을 위한 CPTED 요소 기대효과와 적용방안. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 27(10), 43-50.
- 박영화, & 김남효. (2016). 골목길 야간조명 개선을 통한 CPTED 적용. 한국실내디자인학회, 한국실내디자인학회 학술대회논문집 , 2016.5, 256-259
- 박종진, 김석태, & 전한중. (2006). 게임엔진을 活用한 假想建築 시뮬레이션 適用可能性 에 관한 研究. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 22(10), 49-56.
- 박종희, & 김태균. (2012). 가상현실에서 물리적 현상들과 공간관계들의 표현. 한국콘텐츠학회논문지, 12(6), 21-31.
- 손지현, 김종구, & 김유준. (2015). 근린공원 CPTED 적용을 위한 평가지표 개발 및 유형별 평가에 관한 연구. 대한토목학회논문집, 45(1), 237-254.
- 송은주, 송정화, & 오건수. (2009). 근린공원의 활성화를 위한 범죄예방 환경설계기법에 관한 연구. 대한건축학회, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 - 계획계 29(1), 2009.10, 237-240
- 신유진. (1999). 'ACTIVE WORLDS'를 이용한 가상현실 건축의 가능성에 대한 연구. 한국 실내디자인학회 논문집(19), 20-29.

- 유광흠, 조영진, 지혜란, & 손동필. (2017). 범죄예방 환경설계(CPTED) 사업의 시행효과 분석 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 33(5), 13-20.
- 윤소진, 이승재, & 강석진. (2012). CPTED 관점에서 안전한 대학교캠퍼스를 위한 적용요소 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 28(3), 119-126.
- 윤재은, 이준규, 강신영. (2001). 가상현실기법을 이용한 아파트 모델하우스 디자인 활용에 관한연구. 한국실내디자인학회 학술발표대회.
- 이경훈, & 김진옥. (2000). 단독주택지에서 주거 절도범의 범행대상 주택 탐색 및 선정 과정에 영향을 미치는 환경단서에 관한 시뮬레이션 실험연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 16(8), 83-90.
- 이병찬, & 김용성. (2001). 웹기반 가상현실을 응용한 아파트 평면형식 DB 구축에 관한 연구 대한건축학회 학술발표대회 논문집 계획계, 21(1).
- 이슬비, 김솔미, 박선화, 신수양, 성사라, & 김영환. (2017). 가상현실 (VR) 을 활용한 시민참여형 가로공간설계. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 37(2), 1159-1164.
- 이종성, & 이석준. (2010). 야간 근린공원 조명설계 시뮬레이션 응용에 관한 연구. 한국벤·처창업학회, 한국벤처창업학회 학술대회 논문집 10, 2010.11, 207-219
- 정상필, & 강부성. (2017). CPTED 체크리스트를 통한 다세대 주택 밀집지역의 골목길 위험성 분석. 대한건축학회, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 37(1), 2017.4, 149-152
- 정성관, 신재윤, 김경태, & 최철현. (2012). 3차원 시뮬레이션을 활용한 가로수종별 이미지 및 선호도 분석 -대구광역시 동대구로를 대상으로. 한국조경학회지, 40(6), 47-59.
- 최상미, 김정호, 권순철, & 이승현. (2016). VR HMD에서의 비전 테라피 활용을 위한 기술 요소 연구. 전자공학회논문지, 53(12), 161-168.

3) 학위논문

- 김홍식. (2000). 근린공원에서의 방어공간 형성에 관한 연구, 석사학위논문, 연세대학교 대학원 건축공학과.
- 이혜진, (2017). 가상현실 영상의 깊이감 수준에 따른 휴먼팩터 연구, 박사학위논문, 광운대학교 대학원 신문방송학과

4) 연구보고서

- 박미량, 신의기, 강용길, 강석진, & 박현호. (2011). 범죄예방을 위한 환경설계의 제도화

방안 (Ⅳ): 공원 및 문화재 관련시설 범죄예방을 중심으로. 한국형사정책연구원 연구총서

■ : 국외문헌

· Cozens, P., & Greive, S. (2002). A virtual reality approach to personal safety and the design of built environment facilities.

· Hoffman, D. L, and Novak. T. P, “Marketing in hypermedia computer-mediated environments: conceptual foundations“, The Journal of Marketing, pp. 50-68, 1996.

· Kavakli, M., Kavakli, K., & Gao, Y. (2004). Crime prevention through environmental design in virtual reality. Paper presented at the Proceedings of the 9th Annual International CPTED Conference. Brisbane, Australia: International Security Management & Crime Prevention Institute.

· Mohamaddan, S., Syed Shazali, S. T., Abidin, A. S., & Case, K. (2015). Human movement representation in virtual environment using gaming software.

· Park, A. J., Calvert, T. W., Brantingham, P. L., & Brantingham, P. J. (2008). The Use of virtual and mixed reality environments for urban behavioural studies. PsychNology Journal, 6(2).

· Schroeder, R. 1996. Possible Worlds: The Social Dynamic of Virtual Reality Technologies. Boulder: Westview Press

· Schroeder, R. 2006. Being There and the Future of Connected Presence, Presence: Journal of Teleoperators and Virtual Environments, 15(4): 438-454.

· Toet, A., Van Schaik, M., & Theunissen, N. C. (2013). No effect of ambient odor on the affective appraisal of a desktop virtual environment with signs of disorder. PloS one, 8(11), e78721.

· Trescak, T., Esteva, M., & Rodriguez, I. (2010). Generating 3d virtual environments using the virtual world builder toolkit. Paper presented at the Computer Graphics International.

Abstract

A Study on Construction of Virtual Reality Space and the Measurement of Psychological Anxiety for the Application of the Crime Prevention Environment Design Simulation

This study started from the question of how Virtual Reality technology can be used in landscape architecture. VR technology has been utilized in various fields at present, and it is highly applicable to simulation in which real experience is difficult due to cost and risk in addition to game and image contents. Especially, the utilization of VR technology is very high for such simulations in space design such as landscape and architecture.

Especially, in CPTED design review, there is a lack of design verification methods such as simulation, and evaluation can be made after construction of actual space. Therefore, this study intends to utilize VR technology as a simulation tool for verification of this CPTED design. Therefore, we tried to prove that VR space in simulation is equal to real space and that psychological anxiety can be experienced in VR space according to physical and environmental factors of space, respectively.

Various software can be used to construct the environment of VR simulation. In this study, we use Unreal Game Engine 4, which is a game creation software that can interoperate with 3D modeling software, which is mainly used in landscape design and user interface is intuitive and can

represent the most realistic space, Construction and VR simulation. Finally, the user experience and evaluation were done through VIVE simulation of the VR simulation. The evaluation was conducted through surveys and in-depth interviews.

Therefore, this study proposes a comprehensive process and method for VR simulation production and derives the results of how the psychological anxiety due to the immersive and real feeling of VR environment and the anxiety factor in virtual space works through the simulation evaluation.

The implications of this study are as follows: Simulation based on various environmental changes can be applied, and one-to-one similar experience and three-dimensional design review are possible. The limitations were lack of verification and analysis of the simulation evaluation, and there was insufficient part in the production of simulation through the game engine where the technical expertise such as lighting was required. Nevertheless, it is significant that research on VR simulation using game engine software and experimental evaluation using immersive devices were conducted. Since the use of VR technology is very useful as an active design tool in addition to simulation, it is considered to be an important task through linking technologies with other fields such as computer programming for more efficient use.

■ **Keywords** : Virtual Reality, VR, Simulation, Crime Prevention Environment Design, CPTED

■ **Student number** : 2016 – 27752